

مجلة فصلية تهتم بنشر الثقافة العلمية

المجلد الخامس . العدد الثاني . رجب - رمضان ١٤٢٨ هـ يوليو - سبتمبر ٢٠٠٧م

الساعة البيولوجية وصحة الإنسان

سرطان الجلد: المشكلة والحل

صوت السكون: شبكات الرصد دون الصوتية

شبح التسوناميات الفيضانية

أضرار الهاتف الجوال على صحة الإنسان



مجلة فصلية تهتم بنشر الثقافة العلمية

المجلد الخامس العدد الثاني رجب - رمضان ١٤٢٨ هـ
أغسطس - سبتمبر ٢٠٠٧م

الناشر

دار الفيصل الثقافية

ص.ب : ٢٨٦٩٨٠ الرياض : ١١٣٢٣
هاتف : ٤٦١١٢٠٨ - ٤٦٥٢٢٥٥
ناسوخ : ٤٦٥٩٩٩٣

مدير التحرير

نايف بن مارق الضيط

الإخراج الفني

أزهري النويري

قيمة الاشتراك السنوي

٧٥ ريالاً سعودياً للأفراد . ١٠٠ ريال سعودي للمؤسسات أو مايعادلها بالدولار الأمريكي خارج المملكة العربية السعودية

السعر الإفرادي

السعودية ١٥ ريالاً ـ الكويت دينار ـ الإمارات ١٥ درهماً ـ قطر ١٥ ريالاً ـ البحرين دينار ـ عُمان ريال واحد ـ الأردن ٧٥٠ فلساً ـ اليمن ١٠٠ ريال ـ مصر ٤ جنيهات ـ السودان ١٥٠ ديناراً ـ المغرب ١٠ دراهم ـ تونس ١،٢٥٠ دينار ـ الجزائر ٨٠ ديناراً ـ العراق ٨٠٠ فلس ـ سورية ٤٥ ليرة ـ ليبيا ٨٠٠ درهم ـ موريتانيا ١٠٠ أوقية ـ الصومال ٢٠٠٠ شلن ـ جيبوتي ١٥٠ فرنكاً ـ لبنان ما يعادل ٤ ريالات سعودية ـ الباكستان ٢٠ روبية ـ المملكة المتحدة جنيه إسترليني واحد.

رقم الإيداع ١٤٢٤/٢٣١٥

ردمد ١٦٥٨-١٢٨٨

٦٠



مع أفول عام ٢٠٠٤م، فيما تناولته وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمكتوبة، أن سكان السواحل بجنوب شرق آسيا، شاهدوا انكشافًا تدريجيًا وانزياح مياه الشطآن، فبدا قاع البحر ظاهرًا لسكان المناطق المتاخمة، وقد رأى الأهالي كنوز البحر أمام أعينهم....... إلخ

٨٦



يعد سرطان الجلد - في الوقت الراهن - أكثر أنواع السرطان التي تصيب جسم الإنسان، وتسجل الإحصاءات الحديثة أن أكثر من مليونين وسبعمئة وخمسين ألف حالة جديدة من هذا المرض يتم تسجيلها سنويًا في مناطق العالم الجغرافية المختلفة، وأن ما يقرب من .... إلخ

١٠٠



في عام ١٧٢٩م ترك العالم الفرنسي دي ميران De Mairan نبات الهليوتروب Heliotrope (رقيب الشمس) في غرفة مظلمة ليل نهار، فلاحظ أنها التزمت بالنسق نفسه أو الإيقاع rhythm المعروف عنها، أي: أن أوراقها ...... إلخ

١٣٠



في تمام الساعة ١.٣٦ بتوقيت غرينيتش من يوم التاسع من تشرين الأول/ أكتوبر عام ٢٠٠٦م، أجرت كوريا الشمالية تجربة نووية تحت الأرض، في جيلجو بإقليم هامجيونج. سارعت الدول الكبرى إلى إدانة هذه التجربة بعد إعلان بيونغ يانغ عن نجاحها، مؤكدة أنه....... إلخ



اكتشاف أضخم كوكب خارج المجموعة الشمسية

أعلن فريق علماء فضاء دولي اكتشاف أضخم كوكب، يتحرك داخل مدار نجم آخر، غير الشمس. الكوكب «المتنقل» - ويعني الجرم الفضائي الذي يقف بين النجم والأرض - أضخم من المشتري بنسبة ٧٠٪.

لكن يُعتقد أن هذا «العملاق الغازي»، أدنى كتلة من المشتري - أضخم كوكب في المجموعة الشمسية - وهذا يعني أنه أقل كثافة. إذ لا تزيد هذه الكثافة على ٠,٢ غرام في السنتمتر المربع الواحد، وهذا يعني أن الكوكب العملاق - ويسمى TrES4 نسبة إلى مجموعة من المراصد الفضائية - يمكن أن يطفو على سطح الماء. ويوجد هذا الكوكب الخارجي المكتشف مؤخراً، في مجموعة هرقل. ويدور حول نجم يبعد عن المجموعة



الشمسية بنحو ١٤٣٥سنة ضوئية. ولا يبعد TrES4 عن نجمه الأم سوى بنحو سبعة ملايين كيلومتر، كما أن حرارته جد مرتفعة، إذ تناهز ١٣٢٧ درجة مئوية.

الكوكب يُكمل دورته حول النجم الأم خلال ثلاثة أيام ونصف، وفقاً لحساب الوقت على كوكب الأرض؛ وهذا يعني أن سنته تساوي نصف أسبوع أرضي. وقد أبدى الفريق العلمي - الذي يعمل لسلسة المراصد الفضائية - Transatlantic Exoplanet Survey :TrES- بعض الاستغراب لعدم تناسب الحجم الضخم للكوكب وطبيعته الغازية. وقال غيورغي ماندوشيف أحد المشاركين في الدراسة التي تنشرها مجلة الفيزياء الفضائية: «إنه أضخم كوكب يكتشف خارج المجموعة الشمسية».

وقد بلغ من الضخامة مبلغا يصعب تفسيره استناداً إلى النظريات العلمية المتداولة حالياً، والخاصة بالكواكب مرتفعة الحرارة.

خفافيش الرحيق أسرع الحيوانات حرقاً للطاقة

يعتقد العلماء أن أجساد الخفافيش التي تتغذى من الرحيق، تحرق السكر أسرع من أي حيوان ثديي آخر. ووجد فريق يضم علماء بريطانيين وألماناً أن الخفافيش بدأت عملية الأيض (التمثيل الغذائي) للرحيق في غضون دقائق من امتصاصها له. وقال الباحثون إن هذه الحيوانات تحتاج إلى استخلاص ما أمكنها من الطاقة مما تتناوله من الطعام؛ لأنها بطيرانها السريع وخفقان أجنحتها تستهلك كثيراً من الوقود.

وبحثت الدراسة التي نشرت في دورية «علوم البيئة الوظيفية»، في سلوك الخفافيش الطويلة اللسان التي تمتص الرحيق. ويعد هذا النوع من الخفافيش من أصغر الثدييات المعروفة، إذ لا يزيد وزن الواحد منها على ١٠ غرامات. ويوجد هذا النوع من الحيوانات الليلية في أنحاء مختلفة من أميركا الجنوبية والوسطى، وهي

تمتص الرحيق من الأزهار باستخدام ألسنتها الدقيقة الطويلة في أثناء تحليقها، مثلما يفعل طائر الطنان. ويمكن لهذه الطيور أن تمتص من الرحيق ما يعادل وزنها مرة ونصف المرة يومياً.

ولدرس الكيفية التي تتمكن بها هذه الثدييات الطائرة من الطيران بهذا النشاط، أطعم الباحثون خفافيش من هذا النوع في الأسر، سكراً يحتوي على نوع ثقيل من الكربون، يعرف بـ «كربون ١٣». ثم قاس العلماء كميات الكربون في زفير الخفافيش ليعرفوا سرعة احتراق السكر لديها ومقداره.

وكتب الباحثان كريستيان فويت – من معهد لايبنيتس لبحوث الحيوان والطبيعة – وجون سبيكمان – من جامعة أبردين في اسكتلندا –: «وجدنا أن الخفافيش التي تتغذى على الرحيق تستفيد بالسكر الذي تمتصه من طريق حرقه في غضون دقائق من امتصاصه، وفي غضون أقل من نصف ساعة، فإن مئة في المئة من الطاقة التي تحرقها تكون من هذا المصدر». وأشارا إلى أن أعلى معدلات للاحتراق عند البشر توجد بين الرياضيين الذين يتمكنون من حرق ٣٠ في المئة من مشروبات الطاقة على الفور.

وبينما تحوّل أغلبية الحيوانات الكربوهيدرات التي تستهلكها إلى دهون، أو إلى نوع من السكر يعرف بالغليكوجين لتخزينه، فإن الخفافيش تحول الكربوهيدرات مباشرة إلى طاقة للحصول على أقصى دفع تحتاجه للطيران.

الوزن الطبيعي يطيل العمر

يقول علماء أمريكيون: إن المحافظة على وزن طبيعي قد يساعد على إطالة العمر، وذلك عن طريق الحد من تعرض الخلايا الدماغية لهرمون الإنسولين، إذ أظهرت دراسة أجريت على الجرذان أن من شأن خفض الإيعازات التي يتسبب بها هذا الهرمون داخل الخلايا الدماغية إطالة أعمارها.

وجاء في بحث نشره هؤلاء العلماء في مجلة «نيتشر Nature» أن المحافظة على وزن

طبيعي قد تقلل من نسبة إفراز الإنسولين في البشر، أيضاً مما قد يكون له التأثير نفسه الذي لوحظ في الجرذان.

ويقول الخبراء: إنه في حال إثبات هذه النظرية، سينضم الإنسولين إلى قائمة من العوامل - كالعوامل الجينية - التي تؤدي دوراً في إطالة العمر.

وفي حقيقة الأمر، فإن دراسات أجريت في الماضي على الحشرات والديدان أوحت بأن خفض فعالية الإنسولين - وهو الهرمون الذي ينظم مستوى السكر في الدم - قد يؤدي إلى إطالة العمر.

وركز البحث في تأثيرات البروتين الذي يطلق عليه (IRS2) الذي ينقل إيعازات الإنسولين إلى الخلايا الدماغية.

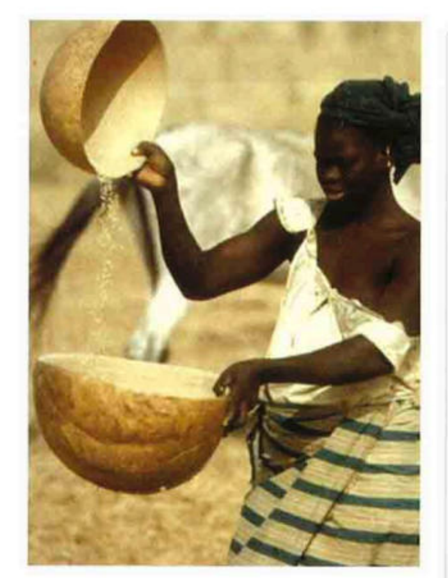
حيث توصل إلى أن الجرذان التي يسجل في دمها نصف الكمية من هذا البروتين تعيش بالمعدل لمدة تتجاوز الفئران الأخرى بنحو ١٨٪.

وهذه الجرذان ازدادت فعالية مع العمر، وشابهت قدرتها على تمثيل السكر تلك التي عند الجرذان الأقل عمراً، على الرغم من وزنها الزائد وزيادة نسبة الإنسولين في دمها.

وقال الباحثون: إن هذه الفئران - «المهندسة» - تعيش لمدة أطول؛ لأن الأمراض التي عادة ما تفتك بها - كالسرطان وأمراض جهاز الدوران - تتأخر بفعل نقص الإيعازات الإنسولينية للخلايا الدماغية مع زيادة نسبة الإنسولين في الدم.

وأضافوا أنه قد يكون ممكناً في المستقبل إنتاج عقاقير تخفض فعالية بروتين (IRS2) للإتيان بالتأثيرات نفسها، إلا أن هذه العقاقير يجب ألا تؤثر إلا على الخلايا الدماغية.

يقول الدكتور موريس وايت - رئيس فريق البحث من معهد هوارد هيوز الطبي - : إن أبسط سبيل لإطالة العمر يتلخص في تحديد



وخفض نسبة الإنسولين في الدم، عن طريق ممارسة الرياضة، واتباع نظام صحي في الأكل.

وأضاف: «فالأكل الصحي، والرياضة، والوزن المنخفض، تحافظ على حساسية الأنسجة للإنسولين، وهذا يقلل من كمية الهرمون الضرورية للسيطرة على نسبة السكر في الدم. وبالنتيجة، سيتعرض الدماغ إلى كمية اقل من الإنسولين».

خطر التصحر يهدد عشرات الملايين

حذر تقرير دولي من أن عشرات الملايين من البشر يواجهون خطر النزوح من بيوتهم بسبب زحف الصحراء، وخصوصاً في الدول الإفريقية جنوب الصحراء، ووسط آسيا. وذكرت الدراسة التي أعدتها جامعة الأمم المتحدة، أن التغير المناخي مسؤول رئيس عن ظاهرة التصحر وهي

أخطر تحد بيئي في عصرنا.

وعدّ الباحثون أن الإفراط في النشاط الرعوي، وأساليب الري الخاطئة، من العوامل المسؤولة أيضاً عن هذه الظاهرة.

وحذر التقرير من أنه إذا لم يتخذ إجراء فإن نحو ٥٠ مليون شخص يواجهون خطر التشرد والنزوح خلال السنوات العشر المقبلة.

ودعت الدراسة إلى بعض الممارسات للتصدي إلى هذه الظاهرة مثل تشجيع زرع الأشجار في المناطق الجافة، فمثل هذا الإجراء قد يساعد على إزالة الكربون من الجو، كما يخفف من حدة التصحر.

وجاء في التقرير: «لقد أصبحت ظاهرة التصحر أزمة بيئية ذات أبعاد تشمل العالم بأسره، فهي تؤثر الآن في حياة زهاء ٢٠٠ مليون إنسان، وتهدد معيشة عدد أكبر».

ويقول التقرير: إن سوء استخدام الأرض ووسائل الري غير المستديمة، تجعل الأمر أكثر سوءاً، بينما يفعل التغير المناخي فعله في إضعاف التربة. ويضيف التقرير أن السكان الذين يضطرهم التصحر إلى الهجرة، يشكلون عبئاً جديداً على الموارد الطبيعية وعلى المجتمعات التي ينزحزون إليها، وهذا يشكل تهديداً للأمن والاستقرار الدولي.

مقاضاة الحكومة البريطانية بسبب فئران التجارب

تقاضي «الجمعية البريطانية لإلغاء تشريح الحيوانات» الحكومة البريطانية بسبب ما تقول إنه تقاعس عن أداء واجبها في وضع حد لمعاناة الحيوانات التي تتعرض للتجارب المعملية، بعد أن أظهرت الإحصائيات الأخيرة ارتفاعاً في عدد ما يجري من تجارب على الحيوانات.

وجاءت أنباء مقاضاة الحكومة متزامنة





مع قيام وزارة الداخلية البريطانية بنشر بيانات وإحصائيات تظهر ارتفاعاً متواضعاً في التجارب التي تجرى على الحيوانات العام الماضي.

وكانت قد أجريت ٣ ملايين تجربة على الحيوانات عام ٢٠٠٦م، وهو ما يعكس ارتفاعاً مقداره ٤٪ على السنوات السابقة.

ويقول بعض العلماء: إن التجارب ضرورية للتوصل إلى عقاقير طبية لعلاج أمراض تهدد حياة الإنسان.

وقد أعلنت الجمعية البريطانية لإلغاء تشريح الحيوانات أن المحكمة العليا في لندن ستنظر القضية التي رفعتها ضد الحكومة بسبب ما تتعرض له حيوانات التجارب.

وتسعى الجمعية إلى حصول على إعلان بإخفاق الحكومة في ضمان إبقاء ما تتعرض له الحيوانات من معاناة في أقل نطاق ممكن.

وستطلب الجمعية من القاضي أن يأمر وزارة الداخلية بإعادة النظر في إجراءاتها.

إلا أن الداخلية البريطانية رفضت بشدة ما تدعيه عليها الجمعية.

وقد بلغت الحصيلة الكلية للحيوانات التي أجريت عليها تجارب العام الماضي ٢,٩٥ مليون حيوان.

السيارات الذكية مشروع أوربي لتقليل ضحايا الحوادث

يعمل الاتحاد الأوربي - حالياً - على طرح نظام للاتصال الآلي في حالة الطوارئ، تزود به كل السيارات الجديدة، وهو ما قد يؤدي إلى إنقاذ حياة قرابة ٢٥٠٠ شخص.

ويطلق بعضهم على السيارات التي تزود بهذا النظام اسم السيارات الذكية، ومن المقرر أن تزود به كل السيارات الجديدة المسجلة في أوربا بداية من عام ٢٠٠٩م، وبالفعل استخدمت بعض الشركات المصنعة للسيارات خصوصاً ڤولڤو النظام الجديد بطرازها الجديد.



ويعمل هذا النظام بمجرد أن تسجل أجهزة الاستشعار الموجودة بالوسادة الهوائية بالسيارة وقوع تصادم، إذ يرسل جهاز الحاسوب المزودة به السيارة إشارة لأقرب مركز إنقاذ. وفي الوقت نفسه توفر البيانات المستخلصة من نظام تحديد المواقع عبر طريق الأقمار الصناعية معلومات دقيقة لرجال الإنقاذ عن مكان السيارة بالتحديد.

ويؤدي هذا كله إلى إقامة خط اتصال بشكل تلقائي مع ركاب السيارة. وفي حالة عدم تلقي رد من قبل هؤلاء الركاب يرسل مركز الإنقاذ على الفور استدعاء لطبيب طوارئ وسيارة إسعاف.

ووقعت تسعة بلدان أوربية حتى الآن



على مذكرة بشأن تطبيق هذا النظام بحلول عام ٢٠٠٩م، ويؤكد مؤيدوه أنه قد يؤدي إلى تقليص الوقت الذي تستغرقه فرق الإنقاذ للوصول إلى مكان الحادث حال وقوعه بمناطق ريفية نائية إلى النصف تقريباً.

غير أن منتقدي هذا النظام يرونه باهظ التكلفة، فعلى سبيل المثال تبلغ تكلفة نظام الاتصال الذي تستخدمه فولفو وتطلق عليه اسم أون كول أي (رهن الاتصال) ١٨٠٠ يورو للسيارة الواحدة، وهذا النظام متصل بنظام اتصال متكامل عبر الهاتف المحمول.

ومن ناحية أخرى يقول دعاة حماية الخصوصية: إن النظام الجديد يفتقر لأي ضمانات تحول دون إساءة استخدامه، مشيرين إلى أنه قد يؤدي إلى تعقب السيارة، وتحديد موقعها، في أي مكان بأوربا.

أمريكا تجيز عقاراً للإيدز

أجازت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية مؤخراً، تداول عقار جديد مضاد للإيدز، وصف بأنه االخيار الأخيرب أمام المرضى الذين أخفقت سائر محاولات علاجهم؛ ذلك لأن نقطة قوته الرئيسة، والمتمثلة بقدرته على تأخير انتشار المرض، مسؤولة أيضاً عن التسبب بحدوث أخطر عوارضه الجانبية السلبية عبر إخفاق كثير من وظائف الجسم الحيوية.

وتكمن أهمية العقار الذي يدعى «سلزنتري» Selzentry، في أنه الدواء الوحيد في الأسواق العالمية الذي بمقدوره إقفال أحد أهم المداخل التي يستخدمها فيروس الأيدز لتدمير خلايا الدم البيضاء، المسؤولة عن مناعة الجسم، والمعروف باسم عامل الاستقبال CCR5.

ıp

وفي هذا السياق، قالت الشركة المصنّعة للدواء، وهي Pfizer الأمريكية: إن العقار سيصبح متوافراً في الأسواق قريباً جداً، وأكدت أن سعره سيكون مساوياً لأسعار عقاقير مماثلة.

ورأى كثير من الخبراء أن الميزة الخاصة بالدواء لناحية قدرته على التصدي للمرض في مراحل متقدمة تجعله باكورة جيل جديد من العلاجات، إذ إن الأبحاث أثبتت - منذ وقت طويل - أن الأشخاص المصابين بخلل في عمل CCR5 يتمتعون بحماية أفضل ضد الأيدز، كما أن انتشاره داخل أجسادهم في حال الإصابة يكون بطيئاً جداً.

غير أن الخبراء لفتوا إلى أن العائق الوحيد أمام إنتاج دواء مخصص لمعالجة «عامل الاستقبال CCR5»، تمثل في ارتفاع نسبة العوارض الجانبية الخطرة، والمتمثلة في احتمال التعرض لأضرار كبيرة في القلب أو الكبد، إلى جانب خطر زيادة الالتهابات وانتشار السرطان.

ويبدو أن إدارة الغذاء والدواء الأمريكية لم تكن بدورها بعيدة عن تلك المحاذير، فرأت أن موافقتها على «سلزنتري» تأتي في سياق منح «خيار جديد» أمام المرضى من ذوي الحالات المستعصية، داعية الشركة المصنّعة إلى القيام بالمزيد من الأبحاث التطويرية.

وفي هذا السياق، قالت الدكتورة ديبرا برينكرانت - مسؤولة شؤون الدواء في الإدارة -: «أوجه الاستفادة من الدواء تفوق مضاره، وهذا لا يعني أن المخاطر غير موجودة... الدواء مخصص لمن بات طوّر جسمه مقاومة لمختلف أنواع أدوية الأيدز، وهو ليس للمصابين حديثاً».

يذكر أن مرض نقص المناعة المكتسبة، أو ما يعرف بالإيدز، على وشك اعتلاء المرتبة الثالثة ضمن قائمة الأمراض الأكثر فتكاً في العالم، بعد أمراض القلب والجلطات الدماغية.

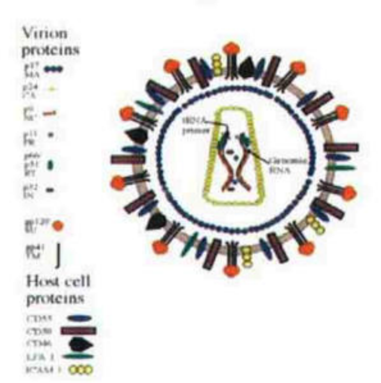
ويقول الباحثون: إن الإيدز - الذي يحتل حالياً المرتبة الرابعة ضمن قائمة الأمراض الأكثر فتكاً بعد أمراض القلب والجلطة وأمراض الجهاز التنفسي المعدية - يوشك أن يحتل المرتبة الثالثة، إذ يقضي هذا المرض على ما يقارب ٢,٨ مليون شخص سنوياً.

ويتوقع الباحثون أن يبلغ عدد الوفيات بهذا المرض خلال السنوات الخمس والعشرين المقبلة إلى نحو ١٢٠ مليون شخص.

جوجل تسعى إلى تقديم خدماتها على الهواتف المحمولة

وسط توقعات بأن يقوم عملاق البحث على الإنترنت جوجل بطرح هاتف نقال يحمل علامته التجارية، قالت الشركة في

HIV-1 virus particle make



2.2.

بيـان إنهـا تعـمـل مع عـدد من صـانعي الهـواتف المحـمـولة وشـركـات البـرمـجـة وغـيـرهـا التـقـديم خـدمـاتهـا للمستخدمين في كل مكان.

وكـانت تقـارير قـد قـالت جـوجل ستطرح سلسلة من طرازات الهـواتف النقـالة تسمى «جي- فـون» تركـز في خدمات البحث والتراسل الإلكتروني وتحديد المواقع وتقديم الخرائط.

ولكن البيان الذي أصدرته جوجل لم يتـضـمن إشـارة إلى مـا إذا كـانت تخطط لتقديم هاتف نقال يحمل علامتها التجارية من عـدمـه. وأضـاف البـيـان: «مـا يقـوله لنا عملاؤنا وشركاؤنا هو أنهم يريدون الحصول على خـدمـات البـحث والتطبـيـقـات الأخـرى على جـهـاز الهـاتف النقـال، ونحن نعـمـل بجد لتقديم هذا».

وكانت جوجل قد تعاقدت مـؤخـراً مع شـركـة آبل للحاسب الآلي؛ لتقديم خـدمـات مـثل البـريد الإلكتروني والخرائط على جهاز «أي – فون» الذي طرحته آبل.

وقـد نشـر مـؤخـراً أن جوجل استـثـمـرت مـئـات الملايين من الـدولارات فـي المشـروع وأنهـا تتـعـاون مع شـركـتي تي – مـوبايل في الـولايـات المتـحـدة، وفـيـريزون للاتصالات.

وأضاف البيان أن جوجل تسعى إلى زيادة حصتها من سوق الإعلانات على شركات الهواتف المحمولة.

أدوية الضغط المرتفع تساعد المسنين

تم وقف تجربة دولية لأدوية علاج ضغط الدم المرتفع في المرضى الذين تتجاوز أعمارهم الثمانين قبل الموعد المقرر لذلك؛ لأن النتائج كانت مدهشة.

فقد وجد الباحثون من كلية «إمبريال كوليدج لندن»، الذين أجروا التجارب، أن تلك الأدوية خفضت بشكل ملحوظ احتمالات الوفاة الناجمة عن السكتات الدماغية وأمراض القلب.

وقد كانت تلك التجربة الأضخم من نوعها، إذ شملت ٣٨٤٥ مريضاً مسناً.

وكانت تجارب سابقة شملت عدداً أقل من المرضى قد أسفرت عن نتائج غير جازمة حينما تعلق الأمر بالمسنين.

وفي التجربة الأخيرة، التي بدأت عام ٢٠٠١م، أعطي المرضى الذين يعانون من ضغط الدم المرتفع إما جرعة منخفضة من الأدوية التي تقلل ضغط الدم عن طريق إدرار البول، وإما عن طريق تثبيط الـ ACE في صورة أقراص بريندوبريل مرة يومياً، أو قرصاً وهمياً.

وقال كريس بالبت - الباحث الرئيس بالدراسة -: «تقدم نتائجنا بشرى عظيمة إلى المرضى في هذه الشريحة العمرية إذ تشير إلى أن تلك العلاجات يمكن أن تخفض في حالة ارتفاع ضغط الدم من مخاطر الوفاة نتيجة الإصابة بالسكتة».

وأضاف البروفيسور جيرمي بيرسون، المدير الطبي المساعد لمعهد القلب البريطاني «يمثل تأكيد العلاقة بين خفض ضغط الدم والحيلولة دون الإصابة بالسكتة بين المسنين، فضلاً عن الأصغر سناً، أمراً بالغ الأهمية».

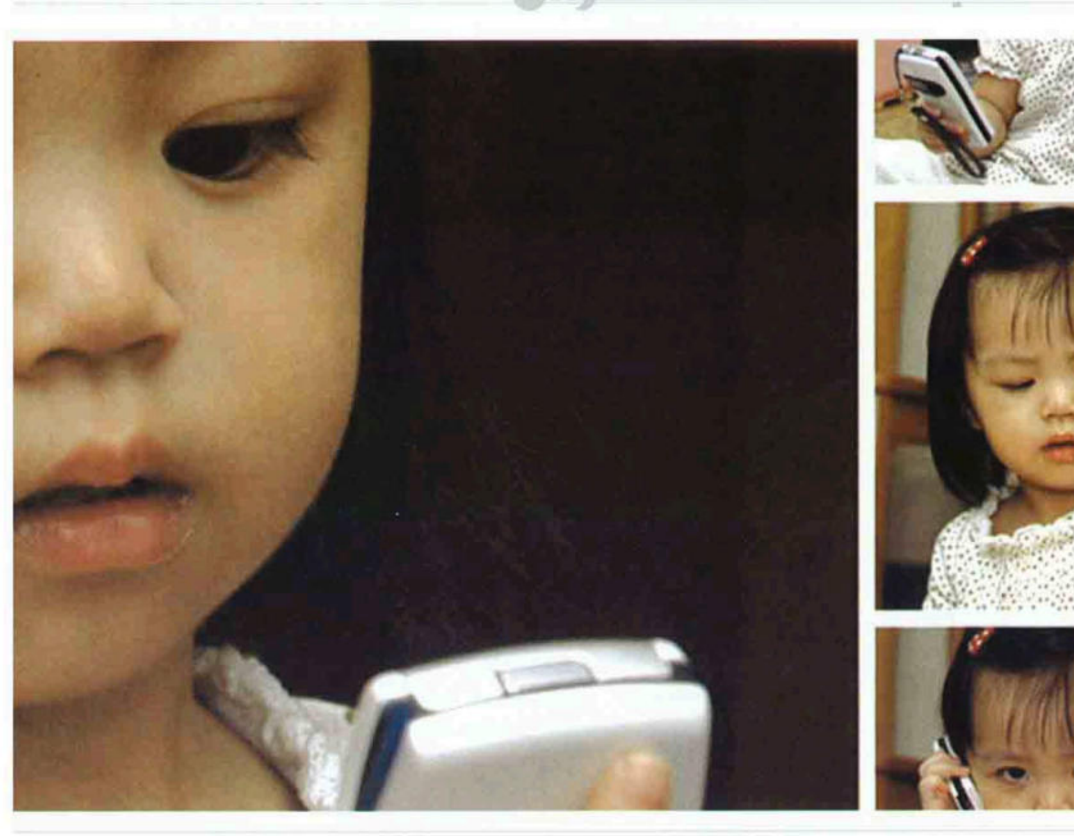
وتابع «تلك الدراسة مهدت السبيل لإعطاء تلك الأدوية بالغة الأهمية لكبار السن».

وتقول الطبيبة إيزابيل لي من المعهد البريطاني لعلاج السكتات الدماغية: إن ضغط الدم المرتفع هو العامل الأكبر في الإصابة بالسكتة، وتضيف أنه يمكن في بريطانيا وحدها الحيلولة دون إصابة نحو ٥٠ ألف مريض بالسكتة سنوياً عن طريق علاج ضغط الدم المرتفع.



هل هناك أضرار من الهاتف وأبراج الجوال

عبدالله نعمان الحاج*



دراسة عن الهاتف النقال (الجوال) وأضراره

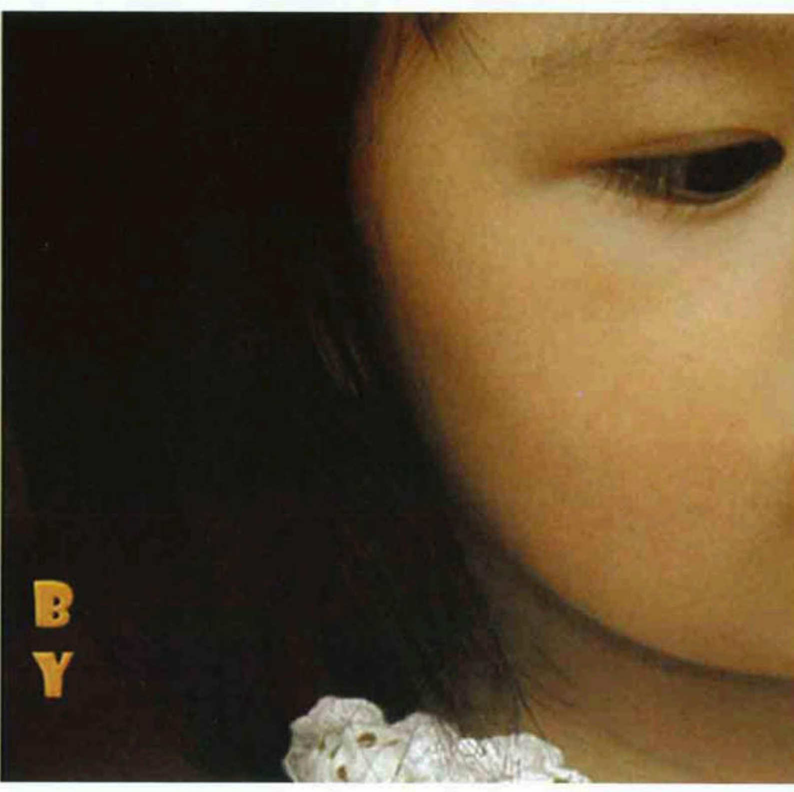
أثير في الآونة الأخيرة كثير من الجدل والنقاش حول الهاتف النقّال (الجوال)، وأبراج التقوية (الهوائيات)، التي تستخدم لتقوية الإرسال والاستقبال، وهذا ما دفع سمو الأمير سلمان بن عبدالعزيز - أمير منطقة الرياض - إلى تشكيل لجنة خاصة للتحقق من تأثير أبراج الجوال في صحة المواطنين، ولعل كثيرًا من هذا الجدل، والآراء المتضاربة يرجع في معظمه إلى عدم فهم آلية عمل الهاتف النقّال، وعدم معرفة نوع الإشعاع المستخدم، ومستويات التعرض له. ونحاول في هذا المقال شرح آليات عمل الهاتف النقال، ومستويات التعرض، ومناقشة الأضرار الصحية لذلك.

يتوافر مصدران للتعرض للموجات الكهرومغناطيسية الناجم عن استعمال أجهزة الهواتف النقالة، وهما:

*أستاذ جامعي ـ مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث.







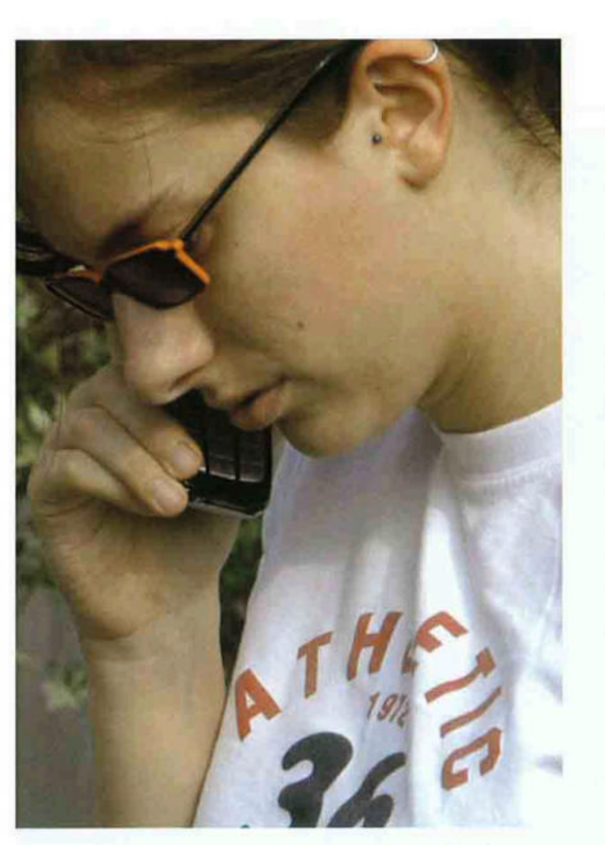
- الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن أبراج الإرسال ومحطاته.
- الموجات الصادرة عن الهاتف النقال ذاته.

يكون السؤال المهم: ما الإشعاعات الكهرومغناطيسية؟

تطلق كلمة إشعاع في العادة على ما يصدر عن المواد المشعة، أو الأجهزة المصدرة الإشعاع مثل أجهزة الأشعة السينية الموجودة في المستشفيات، ولكن كلمة إشعاع بصفتها مصطلحًا تعني جميع أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية يدخل في ذلك - إضافة إلى ما سبق - الإشعاع الصادر عن الراديو، والبث التلفازي، والضوء العادي، إضافة إلى المايكروويف، والأشعة فوق البنفسجية، الذي يوضح أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي والتردد الموجي، وطول الموجة لكل نوع منها.

وتختلف خصائص الإشعاع





الأبراج تبث إشعاعاً كهرومغناطيسياً قوياً

الكهرومغناطيسي بحسب طول الموجات وترددها، فمثلاً يبلغ تردد موجات راديو FM نحو ١٠٠٠ كيلو هرتز، في حين يبلغ تردد موجات أجهزة الهاتف النقال نحو ١٠٠٠ ميغا هرتز (١٠٠٠ مليون هرتز).

كما أن طول الموجة في موجات راديو FM نحو ٣٠٠ متر، في حين أن طول موجة الهاتف النقال تبلغ نحو ٣٠ سم فقط.

ولذلك فإن الإشعاع الكهرومغناطيسي يتنوع، ويتعدد بشكل كبير، مثل: الإرسال التلفازي، والإذاعي، وأفران المايكروويف، والتصوير بالرنين المغناطيسي، والرادار، وأجهزة الليزر، وأجهزة التصوير بالأشعة.

ويعتمد تأثيرها في الجسم على نوعية الإشعاع، وقيمة تردده، وطاقته، وكيفية تفاعلها مع الجسم.

ويتضمن الإشعاع الكهرومغناطيسي عاملين، هما: المجال الكهربائي، والمجال



المغناطيسي معًا، ويتحرك في الفضاء بسرعة الضوء.

نظام الهاتف النقال (الجوال)

يستقبل الهاتف النقال المعلومات ويرسلها عن طريق توظيف الموجات الراديوية الصغيرة (مايكروويف). فالهاتف الجوال يرسل الإشارات الموجبة إلى محطات الإرسال، كما أن الإشارات التي يستقبلها الهاتف النقال ترسل من محطات الإرسال بواسطة الإشعاع الراديوي ذات تردد مختلف قليلاً.

ولهذا فنظام الهاتف الجوال يتضمن عاملين:

- أبراج محطات الإرسال (البث).
- جهاز الهاتف النقال في يد المستخدم.

■ أبراج محطات الإرسال (البث)

وهي مكونة من هوائي، وأجهزة إلكترونية، وعادة ما توجد في أماكن مرتفعة، مثل الأبراج الخاصة بذلك، وأسطح المنازل، وعلى خزانات المياه وغيرها، وفي الأغلب فإن الارتفاع المثالي لهذه الأبراج هو من ١٥ إلى ٥٠م. وتعتمد مستويات الاتصال - من أي برج - على عدد المتصلين، وبُعد المتصل عن البرج. ويبث البرج موجات كهرومغناطيسية موازية لسطح الأرض، في مسارات ضيقة، وكما هو الحال في أي إشعاع كهرومغناطيسي فإن الإشعاع يتضاءل بشكل كبير كلما ابتعدنا عن الهوائي، ولهذا فإن مستوى الإشعاع الكهرومغناطيسي هو أقل بكثير من مستواه عند ذروة الهوائي. وقد وجد أن مستويات التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسي على الأرض أكثر أمانًا بدرجة تفوق ما هو مدرج من المعايير التي أوصت بها الهيئات العلمية العالمية.

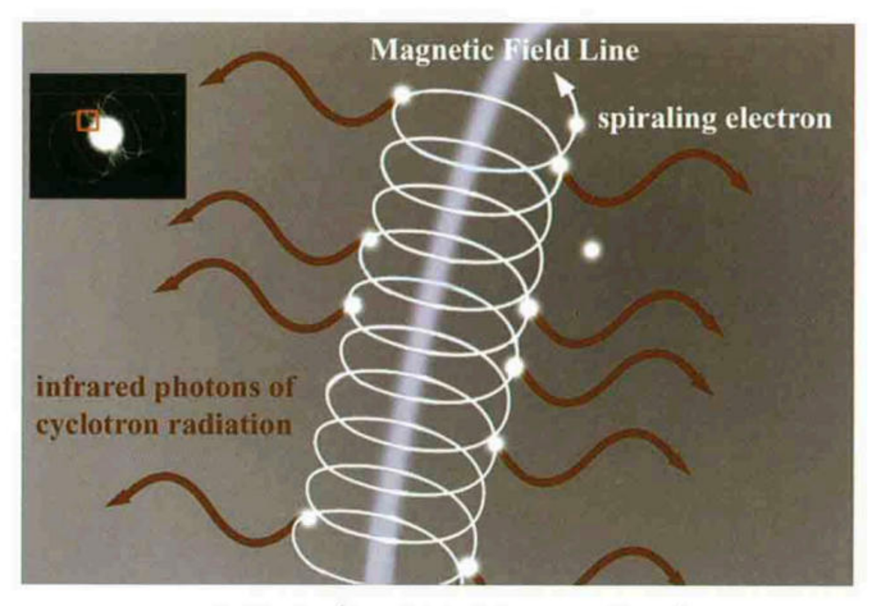


جميع الدراسات عن تأثير الجوال توصلت إلى أن النتائج غير داحضة



جهاز الهاتف النقال (الجوال)

تستخدم الشبكة الحالية من الهواتف النقالة تقنية G S M، التي تعمل على نوعين من الترددات، الأول: ٩٠٠ ميغا هيرتز، والثاني: ١٨٠٠ ميغا هرتز، ويحتاج كل مستخدم لهذه التقنية إلى قناة ترددية ذات عرض ٢٠٠ كيلو هرتز، ولهذا فهناك ١٧٤ قناة من الترددات في المنظومة التي تستخدم ٩٠٠ ميغا هرتز، ونحو ٣٧٤ قناة للاستخدام في المنظومة التي تستخدم ١٨٠٠ ميغا هرتز، وبشكل عام، فإن أكبر طاقة يولدها جهاز الهاتف النقال هي عندما يكون بعيدًا عن قاعدة الهوائي (برج الإرسال)، أو أن الإشارة محجوبة بواسطة حاجز، مثل المباني، وغيرها.



أكبر طاقة يولدها جهاز الجوال عندما يكون بعيداً عن قاعدة الهوائي



وتحتم القوانين الدولية ألا تزيد الطاقة الصادرة عن الهواتف النقالة، المستخدمة لنظام Gsm، على ٢ وات، عند استخدام نظام التردد ٩٠٠ ميغا هيرتز، و١ وات عند استخدام نظام ١٨٠٠ ميغا هيرتز. ولكن في الأغلب أن متوسط الطاقة، التي يبثها الجوال هي ثمن (١/٨) هذه القيمة، أي: ٠,٢٥ وات (لمستخدمي نظام ميغا هيرتز) و ٠,١٢٥ وات (لمستخدمي نظام ١٨٠٠ ميغا هريز).

مستويات التعرض الإشعاعي الصادرة عن الأبراج

إذا أردنا أن نحسب - نظرياً - ما يبثه الهوائي من إشعاع كهرومغناطيسي فإن الشدة القصوى (باستخدام قانون التربيع العكسي على المسافة) تبلغ نحو ١٠٠ ملي وات/ م٢ على بعد ٥٠ متـرًا من هوائي ارتفاعه ١٠ أمتار، يبث موجة قوتها ٦٠ وات، وذلك ما يعادل حقلاً كهربائيًا تبلغ قوته ٥ فولت/م، وحقلاً مغناطيسيًا قوته نحو ٠٢، مايكروتسلا، وهي أصغر بـ ٥٠ إلى ١٠٠ مرة مما يبثه الجوال نفسه.

وقد أجريت قياسات متعددة من شتى أنحاء العالم؛ لقياس متوسط شدة الإشعاع الكهرومغناطيسي حول القواعد الهوائية (الأبراج)، بأنواعها المختلفة، الموجودة على أسطح المدارس والمنازل، والهوائيات ذات الأبراج الخاصة. وقد تم أيضًا قياس متوسط شدة الإشعاع، في نقاط مختلفة داخل المباني، وعند مسافات متعددة من الهوائي، وعند القاعدة نفسها.





وقد وجد أن شدة الإشعاع تراوح بين ٠,٠٠١ و٠,٠١ ملي وات/ م٢، وهي أكثر أمانًا بنحو ١٠٠٠ مرة من المستويات الآمنة التي وضعتها الهيئات الدولية والعلمية لمثل هذه المحطات.

التأثيرات الصحية

لقد أثار القلق الجماهيري من التأثيرات الصحية السلبية للهواتف النقالة، وأبراج البث كثيرًا من الدول، وجعلها تنشئ عددًا من الهيئات البحثية، والعلمية المستقلة، المكونة من خبراء في شتى المجالات ذات العلاقة؛ لدراسة تلك التأثيرات في الأفراد، ومن المفيد - هنا - أن نلخص مقالة نشرت في مجلة «العالم الجديد New Sciensit»

عن موضوع التأثيرات الصحية للهاتف النقال، وقد لخص المقال الجهود المبذولة في ذلك المجال، إضافة إلى رأي بعض العلماء في ذلك، وعنوان المقال السلامة من الهواتف النقالة (عدد ٢١ ديسمبر ٢٠٠٣م New Sciensit).

مع استخدام ملايين الناس حول العالم الهاتف النقال (الجوال)، فإن من المفيد معرفة ما يسببه من أضرار على الصحة:

نحن لدينا بعض الأخطار المسبقة عما يسببه الهاتف النقال (الجوال) من أضرار على الصحة. ولكن عندما تسأل المختصين بهذا المجال، وتستمع إلى ردودهم المتناقضة تشعر أن الجواب أصبح أبعد ما يكون. لقد اتهم الجوال بأنه السبب في كل شيء، من الصداع البسيط إلى السرطان. بل إن هناك دراسة قالت: إن للهاتف النقال فوائد منها تحسين زمن الإستجابة لدى الإنسان، غير أن الخبراء والدارسين يجمعون على شيء واحد وهو: أن جميع ما انتهت إليه الدراسات، التي عملت إلى الآن على أنها غير داحضة. والشيء الذي يختلفون فيه هو: ما الخطوة التالية في هذا المجال؟.

فقد صرح أحد العلماء، الذي يعمل في مختبرات إحدى شركات تصنيع الهاتف النقال الكبرى، بأن الدراسات عن تأثير الهاتف النقال يجب أن تتوقف الآن؛ لأنه لا وجود لأي تأثيرات صحية ضارة من استخدام الجوال، وأن استمرار هذه البحوث ما هو إلا مضيعة للوقت والمال.

ولكن الدكتور مايكل رابتشيلي - رئيس قسم أبحاث الهواتف النقالة في منظمة الصحة العالمية - أبعد نفسه عن ذلك الرأي قائلاً : «إننا لا نريد للبحوث التي تجرى - حاليًا - أن تتوقف»، ولكنه أضاف أن منظمة



حذر الباحثون من استخدام الأطفال الهواتف النقالة





الدراسات التى اقترحت أن هناك صلة بين استخدام الجوال وسرطان الدماغ لم تخلص إلى نتائج

الصحة العالمية لن تبدأ أي مشروعات بحثية جديدة إلا إذا انتهت البحوث التي تجرى حاليًا عن سلامة الهواتف النقالة.

وأردف قائلاً: «إننا سوف نمدد مدة هذه الدراسات إلى ثلاث سنوات إضافية أو أربع، ولكننا سوف نضطر - في مرحلة من المراحل - إلى التحول إلى موضوعات بحثية تحتاج إلى اهتمامنا» غير أن من المستبعد أن نصل إلى نتيجة مؤكدة في هذه المدة التي حددها، فهناك فريق - من كلية إمبريال في لندن - يعتزم إجراء دراسة طويلة الأمد، مدعومة من الحكومة البريطانية التي قد تأتي بنتائج مؤكدة، أو نافية للأضرار الصحية للهاتف النقال، ولا يتوقع لهذه الدراسة أن تأتي بأي نتائج قبل ١٥ عامًا من بدايتها.

وأول ما أثار الناس من تأثيرات الجوال، مجموعة من العناوين الصحفية البارزة، التي أخذت من دراسات تقترح أن هناك صلة بين استخدامات الجوال والتأثيرات الضارة، مثل سرطان الدماغ. غير أن هذه الدراسات كانت صغيرة، وكانت نتائجها - في بعض الأحيان - تعد مهملة عن النواحي الإحصائية، وجميعها - ومن دون استثناء - لم تصمد للتدقيق والمراجعة العلمية، كما أن جميعها كانت عاجزة عن تكرار التجارب، أو إعادتها، والخلوص للنتائج نفسها مرة أخرى.

ولدراسة نتائج هذه الدراسات، والتدقيق في مدى خطورتها، فقد قامت الحكومة البريطانية بتبني الدراسات التي قدمها






الإشعاع الصادر عن النقال هو من الصغر بحيث لا يستطيع رفع درجة حرارة الأنسجة

ويليام ستيوارت - كبير علماء الحكومة السابقة - ففي عام ٢٠٠٠م، انتهى تقرير ستيوارت إلى أن هناك إثباتات ضئيلة جدًا عن التأثيرات البيولوجية الناتجة من التعرض للموجات الراديوية الصادرة عن الهاتف النقال. ولكن الدراسة استدركت القول: «إن هناك فجوة في معلوماتنا، وتحتاج إلى مزيد من البحوث»، وقد اقترح التقرير - ولدهشة كثيرين - خطوات تحذيرية عن استخدام الهواتف النقالة، وخصوصًا عند الأطفال.

وكان هذا التقرير دافعًا لشركات الاتصالات والهيئات الصحية البريطانية إلى وضع عدد من المشروعات البحثية الحكومية والخاصة؛ لملء هذه الفجوة المعرفية التي أشار إليها التقرير.

وكقاعدة عامة؛ ولكي تؤخذ نتائج أي بحث في الحسبان، وتحوز على ثقة المجتمع العلمي، يجب أن تكون نتائجه قابلة للتكرار عند تكرار التجربة ذاتها، بشروطها نفسها. ويبدو ذلك صعبًا في البحوث التي عُملت في هذا المجال إلى الآن، ويقول المنسق العلمي لبرنامج الصحة والهواتف النقالة البريطاني: سوف نصل في النهاية إلى نقطة نقول عندها: «ليس هناك من شيء مفيد نستطيع عمله بعد ذلك» ويردف قائلاً: «ولكننا لم نصل إلى تلك النقطة بعد، وسوف نتمكن من الحصول على أجوبة».

ويكمن قلب المشكلة في أن وجهتي النظر: العملية والنظرية تتساويان في الأهمية فالفيزيائيون يؤكدون أن الطريقة الوحيدة التي تؤثر فيها الموجات الراديوية والموجات



لم يثبت حتى الآن وجود تأثيرات تراكمية في الصحة العامة

البالغة الصغر (الميكروويف) في الجسم، هي عن طريق رفع درجة الأنسجة التي تمر عبرها، وهي بذلك تختلف عن الأنواع الأخرى من الإشعاع ذي الطاقة الأعلى، مثل: الأشعة السينية، أو إشعاع جاما، إذ إن الإشعاع الراديوي لا يملك الطاقة اللازمة لكسر الروابط الكيماوية في الأنسجة.

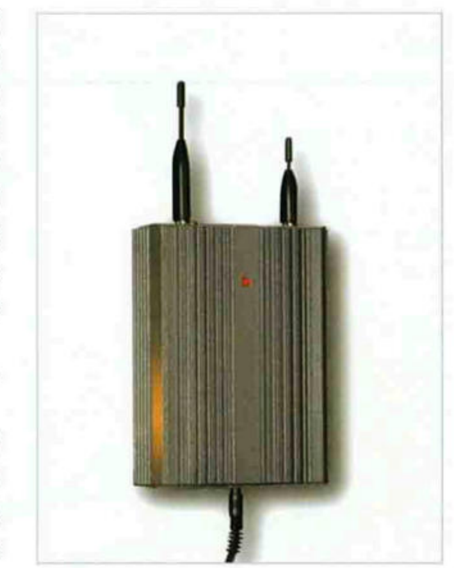
في حين أن الإشعاع الصادر عن الهاتف النقال هو من الصغر بحيث لا يستطيع رفع درجة حرارة الأنسجة بأكثر من أجزاء من الدرجة المئوية الواحدة (أي: أقل من درجة مئوية واحدة)

وعندها يتساءل المتشككون، كيف يمكن أن يؤثر ذلك في الصحة العامة؟ ولإثبات أن ذلك ممكن الحدوث، فإن هناك طريقتين لبحث ذلك:

الأولى: عمل تجارب معملية تثبت أن هنالك تأثيرات بيولوجية في الأنسجة والحيوانات، ناتجة من الموجات الراديوية (لا تفسر عن طريق رفع درجة الحرارة) وذلك عكس ما يقوله الفيزيائيون.

الثانية: عن طريق عمل دراسات إحصائية؛ لمعرفة: هل الناس الذين يستعملون الهاتف النقال هم أكثر إصابة بسرطان الدماغ من غيرهم؟

كلتا الطريقتين اصطدمتا بعوائق أثرت فيهما، فجميع طرائق البحث التي حاولت إيجاد تأثيرات بيولوجية غير ناتجة من رفع حرارة الأنسجة قد رفضت، بعد أن أبدى نقادها أن التأثيرات الملاحظة قد تعود في نهاية الأمر إلى ارتفاع درجة حرارة الأنسجة، أو ناتجة من التحقيق في حد ذاته.



أما الطريقة الثانية: فإن منظمة الصحة العالمية تجري - حاليًا - دراسة طويلة الأمد، في ٤١ دولة، لشرائح متعددة في المجتمع، وهي دراسة إحصائية لمرض السرطان. ومن المتوقع أن تنتهي هذه الدراسة في السنوات المقبلة. وقال رايتشيلي: «إذا انتهت الدراسة إلى أن هناك رابطًا بين استخدام الهاتف النقال والسرطان، فإن الدراسة سوف تستمر».

ولكن هذه الدراسة تتعرض لسهام نقد جادة حتى قبل انتهائها.

والدراسة التي تجريها منظمة الصحة العالمية تتضمن مراجعة ملفات المرضى المصابين بالسرطان، ومن ثم تتوجه لهم بالأسئلة عن كيفية استخدام الهاتف النقال، ويعتمد النقد الموجه إلى هذه الدراسة في

هناك دراسات بحثية طويلة الأمد لمعرفة تلك التأثيرات





الصحف هي التي أثارت قضية تأثيرات الجوال

هذه النقطة خصوصًا، في رأي أحد الدارسين لهذه الطريقة «إذا كان الفرد يعرف - مسبقًا - أنه مريض بالسرطان، فإن هذا بحد ذاته سوف يؤثر في صدقية الدراسة».

ولذلك، وللتغلب على هذا النقص، فإن هناك فريقًا من كلية أمبريال في بريطانيا صححوا دراسة طويلة الأجل. فعوضًا عن الدراسة التي تعتمد على الماضي؛ أي: بعد أن يصاب الفرد بالسرطان، فإن هذه الدراسة سوف تدرس وتراقب استخدام الهاتف النقال بين الأفراد، ثم مراقبة ما إذا كان هناك أي رابط بين ذلك ومرض السرطان إذا ظهر في مستقبل حياته. ويتوقع أن تدرس هذه الطريقة نحو ٢٠٠,٠٠٠ مستخدم للهاتف النقال في بريطانيا.

غير أن نتائج هذه الدراسة تحتاج إلى أكثر من ١٥ عامًا لتبدأ بالظهور. وحتى لو أظهرت هذه الدراسة أن هناك علاقة بين استخدام الهاتف النقال ومرض السرطان، فإنها لن تشرح - أو تفسر - كيفية حدوث ذلك، وهذا سوف يعود بالباحثين إلى النقطة الأولى.

ملخص لما نشر من درسات حول تأثيرات الهاتف النقال

١٩٩٩م: دراسة بريطانية تشير إلى استخدام الهاتف النقال (الجوال) يزيد من سرعة الاستجابة لدى الفرد. ولكن البحوث التي حاولت إعادة تلك التجربة أخفقت جميعها.

١٩٩٩م: ترسب معلومات عن دراسة أمريكية تشير إلى أن استخدام الهاتف النقال قد يضاعف نسبة الإصابة بنوع معين

من سرطان الدماغ، ولكن عند نشر نتائج هذا البحث كاملة اتضح عدم وجود أي رابط بين استخدام الهاتف النقال وأي نوع من أنواع سرطان الدماغ. غير أن الدراسة أوصت باستمرار الدراسات حول هذا الموضوع؛ لأن أي تأثير سوف يأخذ زمنًا طويلاً لكي يظهر.

١٩٩٩م: دراسة سويدية على ٩٠٢ شخص مصابين بسرطان الدماغ، ادعت أن نسبة تعرض مستخدمي بعض الهواتف النقالة لبعض أنواع سرطان الدماغ هي الضعف، وعلى الرغم من ضعف هذه الدراسة من الناحية الإحصائية، إلا أنها لاقت تغطيه إعلامية ضخمة.

٢٠٠٣م: دراسة سويدية أجريت على ١٤٢٩ شخصًا مصابين بسرطان الدماغ، (مقارنة بـ١٤٧٠ غير مصابين)، تقول الدراسة: إن هناك زيادة في نسبة الإصابة لبعض أنواع السرطان الناتجة من استخدام الهواتف العادية. ولا تأثير في استخدام الهواتف النقالة، أو اللاسلكية، واعتمدت الدراسة على إفادة المريض نفسه في كيفية استخدامه الهاتف.

إضافة إلى ما تقدم وما خلص إليه مقال (العالم الجديد) فإن من المناسب - أيضًا - ذكر بعض ما خلصت إليه من نتائج بعض الجهات العلمية في دول مختلفة.

- تقرير مجموعة من الخبراء المستقلين في بريطانيا عام ٢٠٠٠م: جاء فيه «تبين لأدلة المرجحة والمتوافرة إلى الآن، أن التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسي إلى ما دون المستويات التي أوصت بها اللجنة العالمية للإشعاع غير المؤذي، لا يسبب أي تأثيرات ضارة لعامة الجمهور» ونستنتج أن الأدلة المرجحة توضح أنه ليس هناك خطر على



ليس هناك خطر على الأفراد الذين يعيشون بالقرب من الأبراج

الصحة العامة للأفراد الذين يعيشون قرب أبراج الإرسال؛ لأن التعرض المتوقع هو مجرد نسبة ضئيلة من المستويات التي أوصت بها اللجان العالمية.

- تقرير الجمعية الملكية الكندية، عام ١٩٩٩م: جاء فيه: «لم يثبت إلى الآن وجود تأثيرات تراكمية في الصحة العامة، ناجمة عن التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسي، ويبدو أن تعرض الجمهور لحقول الإشعاع الكهرومغناطيسي الصادر عن قواعد هوائيات أبراج الاستقبال وأجهزه الاتصالات اللاسلكية هو من الضآلة بحيث لا يتوقع أن يحدث أي تأثيرات بيولوجية أو صحية خطيرة.

- تقرير هيئة الصحة الهولندية، عام ٢٠٠٠م: وقد جاء فيه: «أن إمكانية حصول مشكلات صحية للأفراد الذين يقطنون، أو



الدراسات المحلية لم تجزم بأن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية يؤدي إلى مخاطر صحية

يعملون تحت القواعد الهوائية (أبراج الاستقبال) بسبب تعرضهم لحقول الإشعاع الكهرومغناطيسي الصادر عن الهوائيات، هي في رأي الهيئة إمكانية ضئيلة».

- منظمة الصحة العالمية: من كتيب الحقائق: «مع أن حقول الإشعاع الكهرومغناطيسي حول قواعد الهوائيات (أبراج الاستقبال) لا تمثل خطرًا على الصحة العامة، إلا أن من الواجب الأخذ في الحسبان حساسية الجمهور، والشكل الجمالي للأبراج».

- ونختم برأي اللجنة التي شكلها سمو أمير منطقة الرياض لبحث مخاطر أبراج الجوال على صحة المواطنين سنة ١٤٢٧هـ: «إن الأبحاث الحديثة التي تم إجراؤها لم تجزم بأن التعرض للموجات اللاسلكية المنبعثة من الهواتف الجوال والمحطات القاعدية يؤدي إلى مخاطر صحية، إلا أن هناك نقصًا في بعض المعلومات ويتطلب المزيد من البحوث للمساعدة في تقويم المخاطر الصحية بصورة أفضل».

كما استندت اللجنة إلى القياسات التي نفذتها جامعة الملك سعود سنة ١٤١٩هـ، بدعم من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، التي توصلت فيها إلى أن الأشعة المنبعثة من أبراج الجوال أقل من المقاييس المطبقة عالمياً.

وتكاد تجمع التوصيات والتقارير الدولية على أن التأثيرات الصحية لأبراج الهواتف النقالة (الجوال) بالغة الضآلة، إلا أن من الضروري إجراء أبحاث محلية يمكنها إزالة ما قد يلتبس في أذهان الناس، وتبديد مخاوفهم.

إنتاج الكيماويات الحيوية بواسطة الفطريات

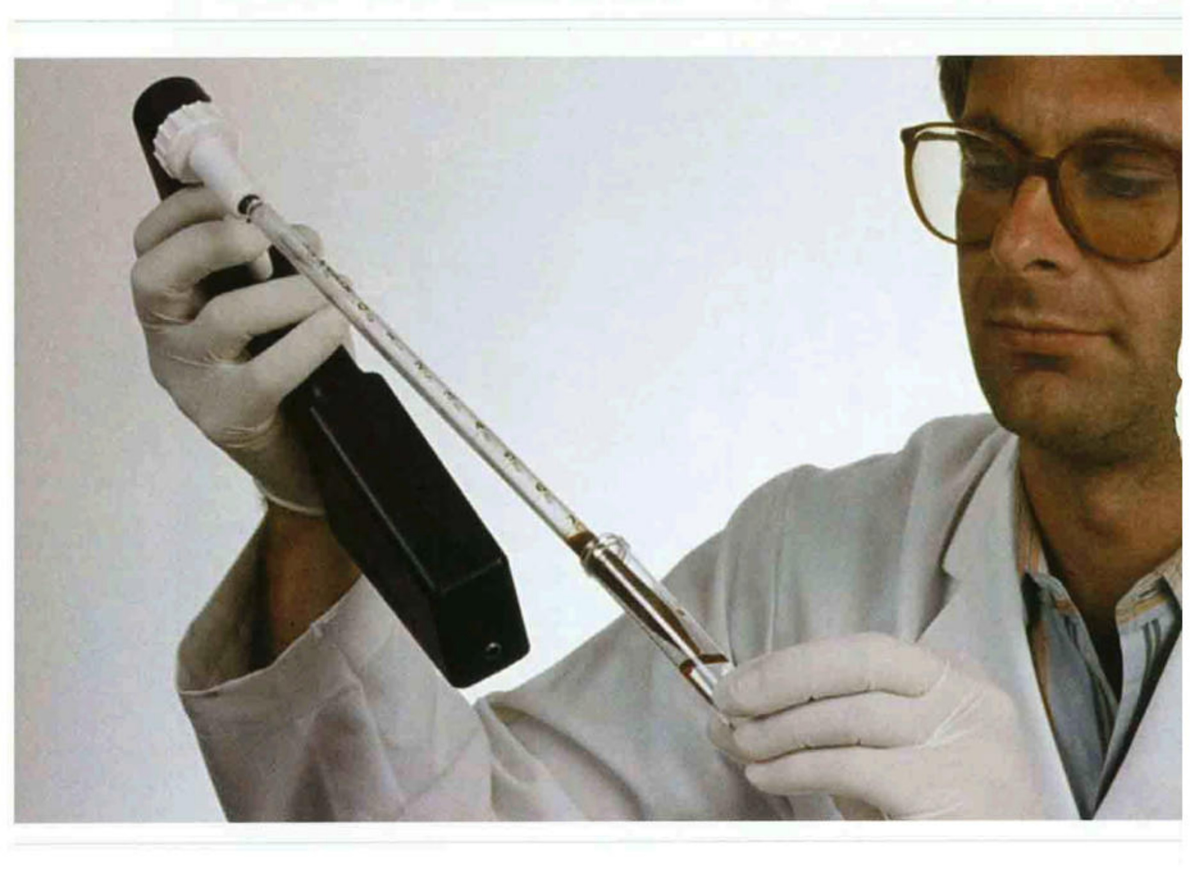
عبدالوهاب رجب هاشم بن صادق*



تعد اقتصاديات الإنتاج الحيوي الكيماوي في الوقت الراهن ذات أهمية خاصة وقصوى في منطقة الخليج العربي، وكما هو معلوم فإن الله - عز وجل - خلق جميع الكائنات الحية لخدمة الإنسان، كما سخّر له جميع متطلباته الضرورية لحياة كريمة لا يشوبها أي شائبة لقوله تعالى: ﴿هو الذي خلق لكم ما في الأرض جميعًا﴾، ثم أمره سبحانه وتعالى بالتفكر، والتدبر، والتعلم؛ ليستنبط، ويخترع، ويكتشف، ويسخر المخلوقات والجمادات لخدمته، ورفاهيته.

وقد استفاد الإنسان استفادة عظيمة في هذا المجال من الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms، وخصوصًا الفطريات Fungi في كثير من المجالات المختلفة، ومنها على سبيل المثال: إنتاج المجاميع الواسعة من الكيماويات الحيوية، فكان هناك كثير من الاستخدامات الأساسية

* أستاذ التلوث الميكروبي البيئي، جامعة الملك سعود



للتقنية الحيوية Biotechnology، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: الأحماض العضوية Organic Acids، مثل حمض الليمون، الذي يستخدم على نطاق واسع في جميع الصناعات الغذائية .والذي ينتج بكثرة من الفطرة Aspergillus Niger والخميرة Saccharomyces Lipolytica، وهناك أحماض أخرى تنتج بواسطة الفطريات، مثل: حمض الجاليك المستخدم في مصانع الطباعة، ودباغة الجلود، وحمض الجلوكونيك، الذي يستخدم في الطب، كإضافة إلى الحمية على شكل أملاح الكالسيوم والبوتاسيوم والخارصين، وحمض الإيتاكونيك المستخدم لإنتاج البلوميرات في مصانع الأنسجة والدهان، وعوامل اللصق والتثخين، كما تنتج الخميرة Torulopsis Candida حمض براسيليك المستخدم في العطور، وحمض سباسك المستخدم في صناعة النايلون.

كحول الإيثانول تنتج من مصادر طبيعية كقصب السكر والذرة

ومن ضمن الإنتاج الفطري في الميزان الكيماوي الصناعي، فإن الفطريات قدمت نفسها في إنتاج الكحولات، ومنها كحول الإيثانول من مصادر طبيعية مختلفة، مثل: قصب السكر، والذرة، ومصل اللبن، والسليلوز، كما تنتج أيضًا الكحول متعدد الهيدروكسيل، مثل: الجليسرول ومانيتول، وأيضًا كحولات الأيزوبيتل، والأيزوميل التي تستخدم لإنتاج الراتنج والأدوية ومستحضرات التجميل ومعاجين الأسنان وتركيبها.

السكريات المتعددة Polysaccharides من المنتجات الكيماوية في الميزان التجاري للفطريات، التي تستخدم بكثرة في التحضيرات الطبية، وفي مصانع الأغذية لإنتاج الجيلاتين، التي تثبت وتثخن المنتجات الصناعية، ومنها سكر Scleroglucan، المستخدم حاليًا كمنتج



للاتزان التصنيعي، وينتج بواسطة الفطرة الكيتنة بوساطة التخمر Sclerotium Rolfsii. الفطري مثل الفطرة Mucor Rouxii، من ضمن أهم المنتجات الكيماوية في الميزان البيئي، حيث يعامل كيتين سرطان البحر في اليابان سنويًا إلى مليون كيلو جرام كميًا من الكيتوسان Chitosan، ويستخدم كعامل ملين لتقنية مخلفات الصرف الصحي، ولتحسين استرداد النفط من الآبار المستنفدة، وكمادة غروية للورق، وكعامل مخلبي للأيونات المعدنية، وحاليًا، إن المحار يعدّ مصدرًا أساسيًا للتزود بالكيتوسان.

الإنزيمات :Enzymes صورة أخرى من صور الإنتاج الفطري، حيث تنتج الفطريات إنزيمات متعددة وغنية، ذات قدرة تحفيزية عالية ومنها - على سبيل المثال - إنزيم ألفا أميليز، وتنتجه الفطرة Aspergillu Orayzae، وإنزيم لاكتيز، وتنتجه الخميرة Saccharomyces Lactis، ذو الأهمية الخاصة في صناعة الألبان، وإنزيم بروتيز، ولايبيز، وسليلوليز، وكاتاليز، وإنفرتيز، وبكتيناز، وتلك الإنزيمات تستخدم على نطاق واسع في الميزان الكيماوي التجاري، كما تنتج الخمائر إنزيم سليلوليز المستخدم في صناعة الحلويات.





يستخلص من سرطان البحر عامل ملين لتنقية مخلفات الصرف الصحي

الدهون، والفيتامينات، والجبريللينات، والأحماض الأمينية، صور متعددة من صور الإنتاج الكيماوي ذات الأهمية الخاصة، إذ تعد الفطريات الزيتية الرائدة، ومنها - على سبيل المثال - الخميرة Candida Guillirmondii في مجال إنتاج الدهون من عدد من المصادر الطبيعية، مثل: سكر العنب، والدبس، وسكر الفاكهة. وجد أيضًا أن الفطرة Mucor Ja-vanicus تستخدم لإنتاج عدة أحماض دهنية غير مشبعة ذات الأهمية في الحمية الغذائية، وحمض Lcosapentaenoic، الذي يوجد بشكل رئيس في زيت الأسماك يمكن أن ينتج بواسطة سلالة Mortiierella Alpina لمحصول أكثر من ٢٠٪ للمحتوى الكلي للحمض الدهني. لوحظ أيضًا أن بعض الخمائر تحتوي على نسبة عالية من السلال القصيرة للأحماض الدهنية مثل: (c12-c14)، والخميرة Candida Curvata تستطيع النمو على بعض المخلفات، مثل: مصل اللبن،



من الجلاتين تستخرج المستحضرات الطبية

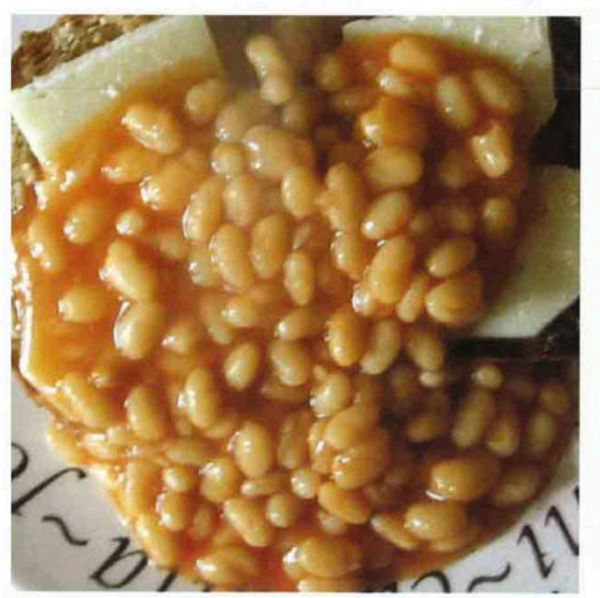
وبذلك فقد أمكن إنتاج زيت Triglyceride من اللاكتوز، وبواسطة تحوير العملية، فإن تلك الخميرة يمكن أن تستحث لإنتاج كميات كبيرة من حمض Steatic ذي الفائدة في التحوير لزبدة الكاكاو، وللاستخدام في إنتاج المستحضرات التجميلية والحلويات.

والجبريللينات: أيض فطري ثانوي للفطرة Fusarium Moniliforme، وتعد هذه الفطرة ذات أهمية خاصة في الميزان التجاري لإنتاج الجبريللينات، ومنها - على سبيل المثال - حمض الجبريلليك، حيث تستطيع النمو على خليط من الكربوهيدرات وكمية منخفضة من النيتروجين.

أما الفيتامينات فقد تم استخدام الخمائر كخام للحمية الفيتامينية، ويزود على هيئة Marmite، وتنتج الخميرة Candida Flareri فيتامين رايبوفلافين والخميرة Rhodotorula sp. فيتامين الكاروتين، كما تستطيع الخميرة Pichia Guilliermondii إنتاج فيتامين رايبوفلافين عند نموها على هيدروكربونات أليفاتية.

وبخصوص الأحماض الأمينية فقد تم استخدام الفطريات لإنتاجها بواسطة التخمر، إذ أمكن عن طريق استخدام حمض ٥- Formyl-2- Ketovaleric كمادة للخميرة Saccahromyces Cerevisiae؛ لإنتاج خلايا تحتوي على أكثر من ٢٠٪ من الحمض الأميني لايسين، ويمكن أيضًا إنتاج هذا الحمض عن طريق إضافة تلك المادة إلى







حمض الليمون يستخدم في معظم الصناعات الغذائية

خلايا الخميرة، Trulopsis Utilis للنمو على نفايات الكحول الكبريتي، وفي هذا المجال فقد تم أيضًا إنتاج عدد من الأحماض الأمينية بواسطة النشاط الفطري، وعلى دبس الشمندر، وبواسطة الخميرة Candida Tenius فإنه يمكن إنتاج الحمض الأميني Tryptophan، كما توجد فطريات أخرى تنتج الحمض الأميني .Anthranilic

وإضافة إلى السابق، فإن هناك عددًا من المستنبطات الفطرية في الإنتاج الكيماوي التقني، ومنها المركب القلويدي Canthin- 6- One، المنتج بواسطة الفطرة Ailanthus Altis- sima الذي يستخدم مضادًا ميكروبيًا، ومركبات Phytoalexine المستخدمة كمقاومات حيوية شديدة الفعالية.

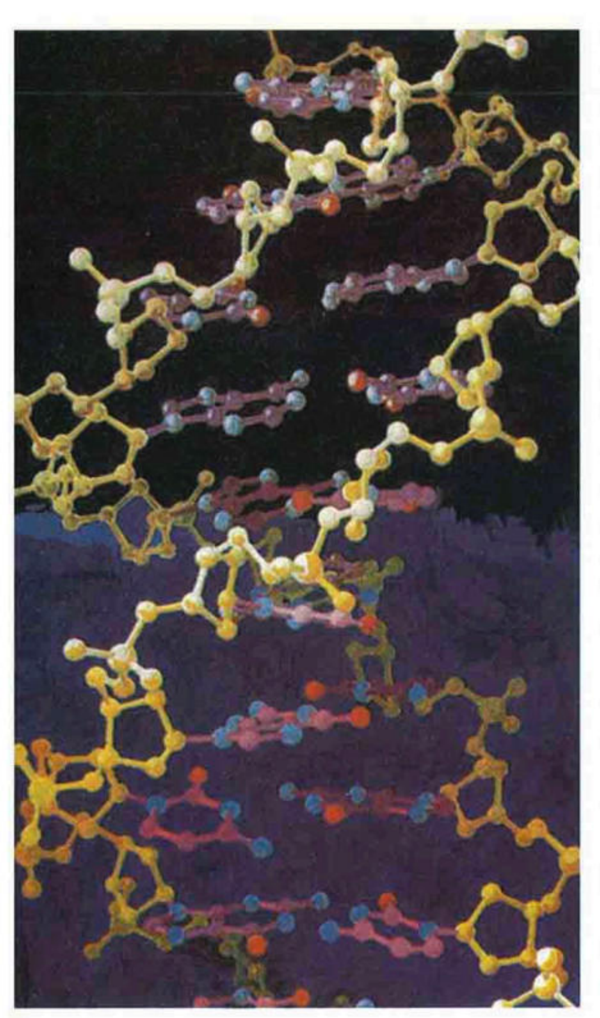
تلك كانت لمحة مختصرة عن دور الفطريات في الميزان التجاري للإنتاج الكيماوي الحيوي، التي تعد ذات أهمية خاصة لدول الخليج العربي، التي لم تستفد الاستفادة الكاملة من الإنتاج التقني الحيوي، وهذا يتضح من خلال الاعتماد الكلي على المنتجات الحيوية من مختلف دول العالم التي تملأ أسواق المنطقة، وهذا راجع بالدرجة الأولى إلى عدم الاهتمام بهذا الجانب التقني الحيوي المهم.

وعليه، فإن المسؤولية ملقاة على عاتق الجامعات، والمعاهد، ومراكز الأبحاث الخليجية المتخصصة؛ للنهوض بهذا الجانب التقني الحيوي المهم، والعمل على وضع الأسس العامة

للاستفادة من مخرجات التقنية الحيوية، والاتجاه إلى الأبحاث التطبيقية، والاستفادة من المناهج والمقررات الأكاديمية للجامعات العالمية، في مختلف جوانب التقنية الحيوية، وتأكيد ضرورة تحقيق المتطلبات الفعلية لسوق العمل، وتخريج الكوادر المدربة في مجالات التقنية الحيوية المختلفة.

كما تعد كليات العلوم في دول المنطقة هي المسؤولة - بالدرجة الأولى - عن البحث لإيجاد الحلول للمآزق البيئية المختلفة، والاستفادة من مخرجات التقنية الحيوية، إذ إن مناهجها الأكاديمية الحالية لا تؤهلها للدخول في تغيير الواقع الفعلي للمنافسة في الإنتاج التقني مع الأسواق العالمية ذات الإنتاج التقني الحيوي المميز، كما أنها مطالبة - في الوقت الراهن - بتكثيف الجهود، والعمل على إنشاء معاهد للتقنية الحيوية؛ للاستفادة من المصادر الطبيعية المختلفة، وفي مقدمتها الغاز الطبيعي، والنفايات، والمخلفات، ويتطلب تحقيق ذلك الاستفادة من المختصين بمجالات التقنية الحيوية من أعضاء هيئة التدريس؛ لوضع أسس مناهج التقنية الحيوية.

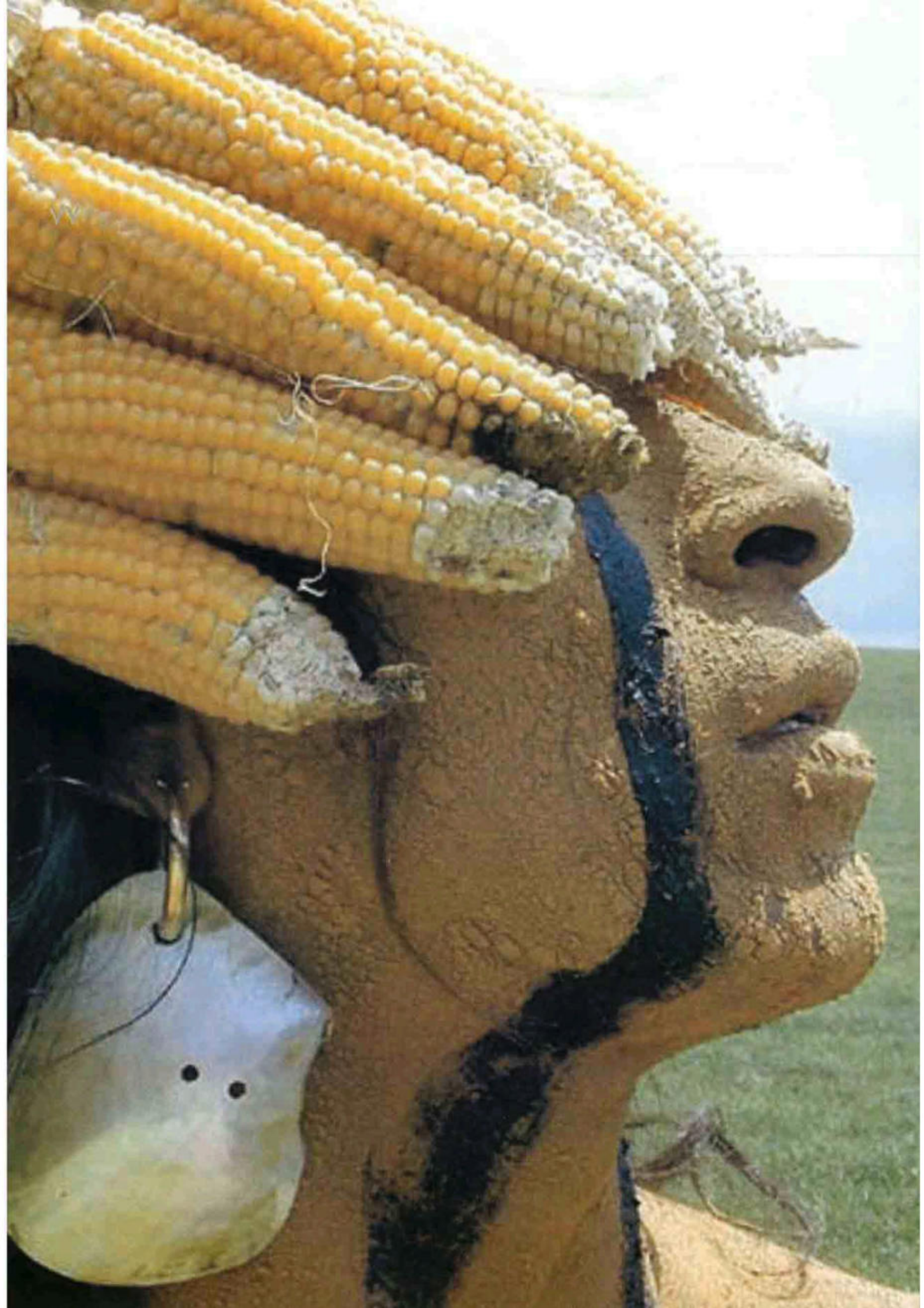
وهذه دعوة لوزارات التربية والتعليم العالي، والأمانة العامة لدول مجلس الخليج العربي؛ للتحضير والعمل على عقد المؤتمرات، واللقاءات، والندوات، وفرق العمل؛ للتبصير بأهمية الجوانب التطبيقية لمخرجات التقنية الحيوية، وبما يحقق المتطلب الفعلي لسوق العمل الذي سوف يتيح - بإذن الله تعالى - كثيرًا من الفرص التشغيلية لمواطني دول مجلس الخليج العربي.



المراجع:

١- ابن صادق، عبدالوهاب رجب هاشم، ١٤٢٢هـ، الأمن البيئي، منشورات جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

٢- ابن صادق، عبدالوهاب رجب هاشم، ١٤٢٥هـ، المدخل إلى التقنية الحيوية الفطرية، منشورات جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.



النفايات الطبية والدوائية: المشكلات والحلول

مروان يوسف حسين*



لم تشهد البشرية تطوراً هائلاً كما شهدته بعد عام ١٩٥٠م حتى الآن، تطورٌ هائل في كل المجالات، وفي مختلف حقول العلم والمعرفة؛ في التطور الصناعي والتقني، وفي الزراعة والتجارة والاستثمار، وفي الطب، والصيدلة، والبيولوجيا، والهندسة الوراثية، والحاسوب وتقنياته، وغيرها.

تقدُّمٌ مذهلٌ سخَّر الإنسان فيه عصارة عقله وقدراته، وما زال من دون وقوفٍ أو انقطاع.

ولكن مع ازدياد هذه الحمى الصناعية والتقنية، وفي غمرة نشوة الإنسان بهذه التكنولوجيات والإمكانات التي وفرت له كثيرًا من الوقت والجهد والمال، ارتفعت أصواتٌ هنا وهناك انطلقت من الحناجر المتعبة تدق نواقيس الخطر لنتائج هذا التطور التي لم تكن في الحسبان، وتنذر البشرية من نتائجها وآثارها في كل أشكال الحياة على الأرض.

ومن هذه الآثار السيئة، تلوث البيئة

* كاتب علمي من سورية.



ودمارها الذي يؤدي بدوره إلى دمار الإنسان وهلاكه، وقد نسي الإنسان في قمة تقدمه، وذروة قوته أن الله - جل جلاله - قد خلق السموات والأرض في توازن دقيق ومحكم وعجيب، وإنه بهذا الفساد يُخِلُّ بذلك التوازن الدقيق، يقول الله تبارك وتعالى: ﴿والأرض مددناها وألقينا فيها رواسي وأنبتنا فيها من كل شيء موزون﴾ الحجر:١٩ .

لن نتحدث في هذا المقال عن تلوث البيئة بكل أنواع النفايات، بل سنتحدث عن نوع من هذه النفايات يصنف جزء منها ضمن النفايات الخطرة والسامة، وما تؤدي هذه النفايات من تلوث وفساد في الماء، والتربة، والهواء، بشكل عام.. إنها النفايات الطبية ونفايات الصناعة الدوائية.

أولاً: نفايات الصناعة الدوائية:

هي النفايات الناتجة من مختلف



النفايات الطبية تنتج من مصانع الأدوية والمستحضرات الصيدلانية

الأنشطة والعمليات التي تتم في مصانع الأدوية، والمستحضرات الصيدلانية، من محلات عضوية، وغير عضوية، ومواد صلبة أو سائلة، دوائية وغير دوائية، ومواد كيماوية خطيرة، وغير خطيرة.

ثانياً: النفايات الطبية:

هي النفايات الناتجة من المستشفيات، والمراكز العلاجية، والصحية، المنتشرة في المدن والأرياف، وغيرها.. وتضم النفايات الصلبة والسائلة، العادية والخطيرة، التي ليس لها استخدامات تالية أو بديلة مثل: النفايات الإكلينيكية من الأنشطة العلاجية والمراقبة الصحية، سواءً في العلاج أو العمليات الجراحية.. وقد صُنِّفَتْ هذه النفايات ضمن قائمة النفايات السامة والخطيرة، التي تؤثر في البيئة بكل مستوياتها وأنظمتها، وفي صحة الإنسان

بشكل خاص.

ووفق قواعد GMP وأنظمة الإدارة الجيدة للمصانع والمستشفيات من الناحية البيئية (آيزو ١٤٠٠٠) هذه النفايات يجب أن تفرز بشكل آمن، وهي في مصادرها، وتُرَحَّلُ في سيارات خاصة، وتُعَالَجُ كذلك معالجة خاصة، كما أن التمديدات الصحية للمخابر، أو لبعض المحاليل يجب أن تكون مفصولة عن الشبكة العامة للصرف الصحي.

ثالثاً: ماذا يحدث في معامل الأدوية، وكيف يتعاملون مع النفايات؟

بنظرة فاحصة ومراقبة من كثب إلى ما يتم في مصانع الأدوية، وما تنتجه من نفايات فإن هناك نفايات صلبة وسائلة غير خطيرة من لوازم التعبئة والتصنيع، ونفايات كذلك صلبة وسائلة خطيرة من مواد كيماوية دوائية وغير دوائية، وبقايا التحاليل والفحص على المستحضرات، والمواد الأولية، إضافة إلى المواد المستعملة بشكل أساسي في التغليف وهي الـ P.V.C، وسنأتي إلى ذكر آثارها الضارة في مكان آخر في هذا المقال.

أما بشأن المعالجة ومعاملة النفايات فيتم بالشكل الآتي - إلا في بعض الشركات التي تتبع إجراءات الإدارة البيئية الجيدة للمصانع ونظامها، تحت إشراف مدير مختص عن الإدارة البيئية، سواء بيئة العمل أو بيئة العمل، وما ينتج منها من نفايات وفضلات:

■ تُلْقَى النفايات السائلة في شبكة الصرف الصحي العامة، وتكون غالباً موصولة معها.

■ أما النفايات الصُّلْبة فَتُجْمَعُ من دون فرز، وتُرَحَّلُ إلى مناطق خاصة للحرق، حيث يتم حرقها، أو التخلص منها بطرائق أخرى، إلا أن الطريقة الأكثر شيوعاً هي الحرق.

■ ماذا تشمل النفايات الطبية؟: تشمل جميع نفايات المستشفيات والمستوصفات، وعيادات التوليد وعيادات الأطباء، والمرافق الصحية، والمراكز الطبية، ومراكز نقل الدم، والمختبرات الطبية، ومعاهد الطب وجامعاته، والتكنولوجيات الحيوية... إلخ.





تعد بعض النفايات معدية

في الواقع نحو ٧٥٪ من هذه النفايات غير خطيرة، وتشبه النفايات المنزلية، ولكن ٢٥٪ منها خطيرة جداً، ويصنف عادةً إلى عدة فئات، أهمها:

■ نفايات مُعْدِية: وهي نفايات يُشْتَبَهُ في أنها تحتوي على كائنات ممرضة، مثل: أجهزة الزرع البكتيرية والفطرية، وما ينتج من أجنحة العزل، والمواد التي لامست مرضى ومصابين، وهذه تتضمن تشكيلة كبيرة من الكائنات الدقيقة الممرضة، التي





النفايات الصلبة تجمع وترحل لمنطقة خاصة بالحرق

قد تدخل جسم الإنسان عن طريق وخزة أو خدشة أو...

■ نفايات باثولوجية: وهي أنسجة وسوائل بشرية ناتجة من اختبارات التشريح المرضي وتحاليله.

■ نفايات حادة: وتضم أدوات وأجسامًا حادة، مثل: الإبر، والمشارط، والمباضع، والسكاكين، والشفرات، والزجاج المكسور. فعلى سبيل المثال يُقَدَّرُ عدد الحقن التي يتم حقنها في أنحاء العالم كل سنة بنحو ١٢ بليون حقنة، ولا يتم في الأغلب التخلص منها بشكل سليم وآمن، فتشَكِّلُ مصدراً للمرض والعدوَى.

■ نفايات صيدلانية وكيميائية: هي النفايات التي تحوي المواد الدوائية والعقاقير، والمستحضرات المنتهية المفعول، والمواد الكيماوية والمطهرات والمحللات، وفي هذا تتشابه مع نفايات الصناعات الدوائية، وهذه المواد تسبب تسمماً وحروقاً من خلال التعرض المباشر وغير المباشر لها، إما بالملامسة وإما بالحروق، أو الجروح، أو الاستنشاق.. مثل الفورم ألدهيد (سيأتي ذكره لاحقاً).

■ نفايات سامة جينياً: وهي نفايات تحوي مواد لها خصائص سامة جينياً، مثل: العقاقير المضادة لنمو الأورام، والمواد الكيماوية السامة وراثياً، وكذلك المواد المشعة، والأشخاص الذين يقومون بجمع هذه النفايات، أو التخلص منها هم أكثر الفئات تضرراً وإصابة بالأمراض.



التعرض لغازات الأزوت يسبب العقم وانتفاخ حويصلات الرئة

■ نفايات غنية بالمعادن الثقيلة : مثل: الرصاص، والزئبق، والكادميوم، و...

رابعاً: طرائق التخلص والمعالجة:

تفرز النفايات الدوائية والطبية عادة إلى نفايات معدية (توضع في كيس خاص أحمر)، وقمامة عادية غير معدية، ونفايات مشعة، ونفايات خطيرة، وتعبأ في مستوعبات خاصة لسهولة النقل والترحيل، كما يحمل كل كيس علامة مميزة تدل على أنها نفايات طبية.

أما المعالجة فهي عملية مصممة تتضمن مجموعة الإجراءات والأساليب التي تتبعها الشركات والمعامل؛ لتغيير التركيب البيولوجي والكيماوي للنفايات الطبية، والنفايات الدوائية؛ وذلك لتقليل التلوث الناتج منها، أو تخفيفه، وتعتمد المعامل والمستشفيات طرائق متعددةً للمعالجة، منها:

■ المعالجة الكيماوية: وهي تستعمل أساساً لمعالجة الأدوات الحادة، وأجهزة الاستنبات والتخزين، والنفايات الحيوانية، والتشريحية، ويتم تصريف السوائل الناتجة من هذه المعالجة في شبكة المجاري الصحية، أما النفايات الصلبة الناتجة منها فيتم التخلص منها في مطمر صحي، ومن أهم المطهرات المستعملة فيهًا محاليل الكلور والمركبات الألدهيدية والفينولية.

■ الحرق: ويستعمل بشكل عام لأغلب النفايات، سواء الناتجة من المستشفيات أو الناتجة من الصناعات الدوائية، وتتمثل فوائد الحرق في خفض حجم النفايات الطبية ووزنها إلى حد كبير، يصل إلى ٩٠٪، والحرق يُحَوِّلُ المواد القابلة للاشتعال إلى مخلفات، أو رماد غير قابل للاشتعال، وغازات، وحرارة.

ومحارق هذه النفايات مصممة ومشغلة حسب الأصول، وتقلل من انبعاث المكونات الخطيرة، ولكن مع ذلك ينبعث منها مواد خطيرة، وغازات ضارة وسامة للإنسان والبيئة والحياة بشكل عام.

إضافة إلى هذه الطرائق تستعمل، طرائق أخرى مثل التعقيم البخاري، والتغليف، وتعطيل النشاط بالحرارة، كذلك إعادة تدوير النفايات التي يمكن إعادتها وإدخالها الصناعة لكي لا تبقى في البيئة فَتُسَمِّمُها وتضرّ بها، وجدير بالذكر أن هذه الأساليب والطرائق تكون مجدية - فقط - إذا مورست بحسب الأصول السليمة والإدارة الجيدة للنفايات، ويأتي على رأسها التزام الحكومة خطة مدروسة لإدارة هذه النفايات، وإلزام كل المعامل والمستشفيات مراقبتها والتخلص منها، ومعالجتها.



يجب أن تكون محارق النفايات الطبية مصممة للتقليل من انبعاث المكونات الخطيرة



ففي بحثٍ بعنوان (الحماية من التلوث في بعض الأنظمةً العربية) للدكتور محمد نعيم فرحات يقول: «ويلمس الباحث المتأمل للأنظمة والقوانين العربية عند تعرضها لتعريف البيئة، يلمس توافقاً واضحاً بينها، بيد أنها تفتقر إلى وضع معايير موضوعية لحماية البيئة من الملوثات التي لا يصح أن تترك للمعايير الشخصية، والمقصود بالمعايير الموضوعية أن تكون هناك مقاييس، أو مواصفات محكمة؛ لتحديد كميات المواد التي يسمح، أو لا يسمح بإخراجها إلى البيئة، حماية لها. وكذلك تحديد نوعية المواد السامة، أو الخطيرة التي يحظر حظراً مطلقاً استخدامها في بعض مجالات البيئة»، ويقول في موضعٍ آخر: «قد ثبت لنا أن أغلبية





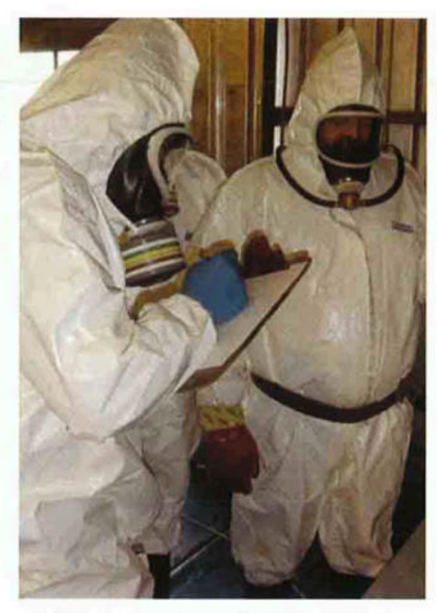
تشمل النفايات الطبية نفايات المرافق الصحية والمراكز الطبية ومركز نقل الدم

الأنظمة تعمل على منع تدهور البيئة، وسوء استخدام الموارد الطبيعية واستغلالها، ولكن من المؤكد أن النظام وحده لا يمكن أن يؤتي ثماره، من دون توافر عدد من الشروط والإجراءات الجادة اللازمة، وفي مقدمتها إجراءات التنفيذ والمتابعة الفعالة من قبل الأجهزة التنفيذية إلى جانب تبنيه الوعي العام بالقضايا والمخاطر البيئية، ودعم التعاون الدولي والإقليمي في المجالات البيئية، ولا يمكن أن يتحقق ذلك إلا في إطار منظومة مجتمعية تولي الأهداف البيئية ما تستحقه من عناية، وتضمن التطبيق الحاسم للأنظمة، واتخاذ الإجراءات الحاسمة، والرادعة ضد مخالفيها».

أما عالمياً ودولياً فالاتجاهات تتوجه - إدارياً وتشريعياً وتقنياً - إلى الحد من التلوث، ففي مؤتمر الصناعة العالمية المعني بالإدارة البيئية Wicem، الذي انعقد في فرساي من ١٤ إلى ١٦/١١/١٩٨٤م أكد أنه ينبغي على كل مسؤول إداري - ابتداءً من المسؤول التنفيذي الأول فما دونه - أن يعد نفسه مديراً بيئياً؛ لكي يتم تعزيز النهج التوقعي والوقائي للإدارة البيئية في الصناعة، وينبغي في كل حالة أن تكون المسؤولية الإدارية مصحوبة بمسؤولية واضحة عن الأداء البيئي.

خامساً: الأضرار الناتجة من هذه النفايات:

بعض هذه النفايات لها أضار صحية خطيرة، سنذكر بعضها كما تؤكده الدراسات



بعض النفايات الطبية المحتوية على معادن ثقيلة تحتاج إلى إعادة تدوير

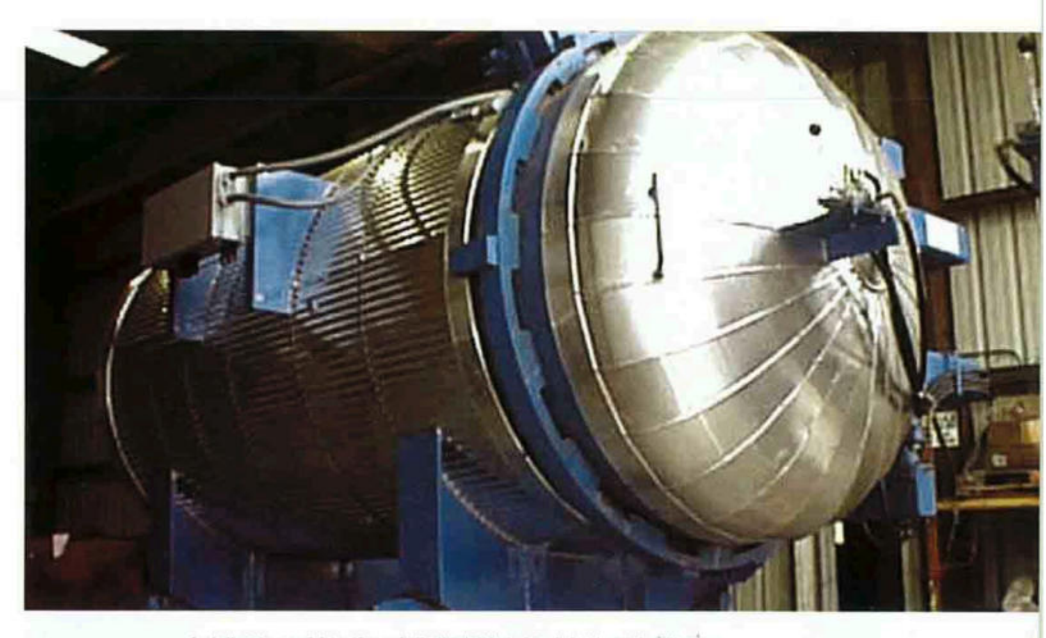
والأبحاث الميدانية والمعملية:

- إن التعرض المستمر لغازات الآزوت (أكاسيد الآزوت) يسبب العقم، وانتفاخ حويصلات الرئة.
- كل من مادتي ccl4 رباعي كلور الكربون و chcl3 ثلاثي كلور الكربون، أو الكلوروفورم تسبب أذية، أو نخراً في الخلية الكبدية.
- المركبات الكيماوية المُخَرِّشَة: وهي عبارة عن مركبات طيَّارة غازية، أغلبها غازي مثل الألدهيدات، وأشهرها الفورم ألدهيد، تسبب تخرشاً في المنطقة العليا من الجهاز التنفسي.
- المعادن الثقيلة، مثل: الرصاص، والزئبق، والكادميوم تشكل خطراً كبيراً على البيئة والصحة بشكل عام، وأغلب هذه المعادن يوجد في نفايات الصناعات الدوائية، والنفايات الطبية، أو تنتج من حرق هذه النفايات. فالزئبق مثلاً يتم استخدامه في المجال الطبي، في موازين الحرارة، وآلات قياس ضغط الدم، وأنابيب التوسع والتغذية؛ ولأن استعمال هذه الأدوات كبير، فإن النفايات الطبية تحوي ٢٠٪ من كمية الزئبق الموجودة في مجموع النفايات الصلبة، والحرق لا يدمر الزئبق، فبعد انبعاثه يسقط على الأرض، أو المجمعات المائية، حيث يبقى إلى أجل غير مسمى، إما بشكل عضوي أو غير عضوي، وهو يتفاعل مع الخلايا البشرية، ويلحق الضرر بها، فهو يؤدي إلى التسمم العصبي، كما يضر بالدماغ، والكليتين، والرئتين، ويمكنه اختراق الحاجز الدموي الدماغي، والغشاء الجنيني (المشيمة)، كما يهدد موارد البلد الغذائية، وخصوصاً السمكية.

تعد الإبر والمشارط من النفايات الحادة







بدأت الشركات والمعامل تطبق الإنتاج النظيف وهذا يخفف معدلات التلوث

والرصاص والكادميوم يعدان من أهم العوامل المسببة للسرطان، والسمية العصبية، كما يدخلان السلاسل الغذائية، وينتقلان من التربة إلى الهواء فالغذاء وهذا بحد ذاته يشكل أكبر خطر على الصحة والبيئة بشكل عام.

■ الديوكسين: سم قاتل ينبعث من محارق النفايات الطبية، والنفايات الدوائية، إذ يشكل أحد أهم مصادر الديوكسين وفق الوكالة الأمريكية لحماية البيئة.

الديوكسين هو الاسم الشائع لمجموعة من ٧٥ مادة كيماوية، إنها مواد سامة تتكون عند حرق النفايات التي تحوي الكلور، أو في أثناء تصنيع المنتجات التي تحوي الكلور، ويشكل بلاستيك الـ P.V.C المصدر الأساسي للكلور في النفايات الدوائية والطبية، إذ تغلف بها الأشكال الدوائية الصلبة كالمضغوطات والكبسولات.

ينتقل الديوكسين في الهواء، ويدخل السلسلة الغذائية في مكان بعيد عن مكان إصداره، فيدخل الماء والغذاء الذي يعد الوسيلة الأبرز (٩٠٪) لتعرض الإنسان لهذه المادة، وهو يسبب السرطان، وفق الوكالة الدولية لأبحاث السرطان، كما يضعف المناعة، ويعوق النمو، أما تعرض المرأة الحامل لهذا السم فقد يؤدي إلى ولادة أطفال يعانون من تقلص مستويات هرمون التستوستيرون الذكري، إضافة إلى عاهات خَلْقِيَّة، ومشكلات أخرى.

هذا وهناك مجموعة من الأمراض الأخرى التي يسببها التعرض للنفايات الطبية



النفايات الدوائية والطبية تعالج لتغيير التركيب البيولوجي والكيماوي وذلك لتقليل التلوث

بوسائل مختلفة، وكلها من إفرازات المرضى، ونواتج التحليل والاختبار للعينات، سواء للبراز، أو للدم والأنسجة، أو سوائل الجسم، منها على سبيل المثال: أمراض الجهاز التنفسي، وأمراض العين، والأمراض التناسلية، والجلدية، نقص المناعة المكتسب (الإيدز) الجمرة الخبيثة (انثراكس)، التهاب الكبد الفيروسي... و..

سادساً: الإنتاج النظيف كحل أمثل:

مع تقدم الصناعة، وتطور التكنولوجيا، وازدياد الطلب على الطاقة، تجمعت الأفكار الدولية في منتصف الثمانينيات حول الإنتاج النظيف بوصفه حلاً للتخفيف من التلوث بشكل عام.

ويقصد بالانتاج النظيف: مجموعة الإستراتيجيات، والتقنيات الإيجابية المتطورة التي تترجم بالتطبيق المستمر للعمليات الصناعية، والإنتاجية، والخدمية، ضمن إستراتيجية وقائية متكاملة، تهدف إلى زيادة الكفاءة الشاملة، وتقليل الأخطار على الصحة والبيئة، وهي بذلك تستبعد التلوث قبل حصوله بدلاً من اللجوء إلى حلول المعالجة بعد حصول التلوث.

وقد كان تأسيس برنامج الإنتاج النظيف في برنامج الأمم المتحدة للبيئة عام ١٩٨٩م، فرصة



تاريخية لإطلاق الفكرة رسمياً. بعدها تواصل عقد الندوات والمؤتمرات الرفيعة المستوى؛ لإجراء تقويمات دورية للإنجازات المتعلقة بالإنتاج النظيف، ووضع إطار عالمي للعمل يشجع على التعاون بين مختلف الجهات المعنية.

على الصعيد العملي والتطبيقي: فهي حقاً إستراتيجيات تُربِحُ الصناعة، ولا تخسر البيئة، وقد طبقها كثير من الشركات والمعامل الصناعية العالمية، خلال السنوات العشر المنصرمة وهذا ما أدى إلى انخفاض كبير وملحوظ في معدلات التلوث الصادر عنها، فعلى سبيل المثال: تبين أن صناعة المواد الكيماوية خفضت مجموع النفايات التي تنتجها نحو خمسة أضعاف بين عامي ١٩٧٥م و١٩٩٥م، وتم هذا الخفض من خلال اعتماد طرائق تراوح بين تحسين أعمال التنظيف والتجهيز، وطرائق الإشراف على تطوير منتجات جديدة، أقل تلويثاً وعلى الصعيد نفسه أفادت شركة «بيوشيمي» للمستحضرات الكيماوية الحيوية المتفرعة «نوفارتيس» أنه في مقابل إنتاج طن واحد من مادة «سيفالوسبورين» كانت المعالجة الكيماوية التقليدية تنتج طناً من النفايات التي تحتاج إلى حرق، بينما أدى اعتمادها عملية الحفز الحيوي الأنزيمي الجديدة إلى إنتاج ٠,٣ طن فقط من هذه النفايات.

وفي الختام نقول: إنه لا بد من تضافر كل الجهود العالمية والمحلية؛ للحد من التلوث، أو التخفيف منه، وهي عمليات تتطلب تغيراً في مواقف الحكومات وسلوكها وسياساتها، والصناعة على حد سواء. فنحن لا نريد أن نخسر الصناعة، كما لا نريد أن نخسر البيئة أيضاً، نريد تطبيقاً عملياً لشعار «تنمية بلا تدمير وقتل» أما إذا لم نلتزم ذلك، وبقينا على تلويثنا وإفسادنا البيئة، فإننا سندمر بيئتنا، ونشوه حياتنا وحياة أجيالنا المقبلة.



المراجع:

١- البيئة والأورام، أ. د سعيد محمد الحفار، ص ٢٠٥،٢٥٤، دار الفكر، دمشق، ١٩٩٠م.

٢- التربية البيئية بين الحاضر والمستقبل، أ. د أحمد حسين اللقاني، أ. د فارعة حسن محمد ص ١١٧، عالم الكتب، القاهرة، الطبعة الأولى ١٤٠٩ هـ/ ١٩٩٩ م .

٣- الأخطار المحسوبة «السمية وأخطار المواد الكيميائية على صحة البشر في بيئتناه جوزيف. ف رودريكس، ترجمة خالد أسعد عيسى، ص ١٥٠ و١٥١ و١٦٠، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، ١٩٩٨م.

٤- برنامج الأمم المتحدة للبيئة، التقرير السنوي، مطبوعات برنامج الأمم المتحدة للبيئة، UNEP/GC، نيروبي ١٦/٣/ ١٩٩٠م.

5- UNEP(8) /1987 ,Cairo Guide lines and principles for the Environmental save management of Hazardous wastes

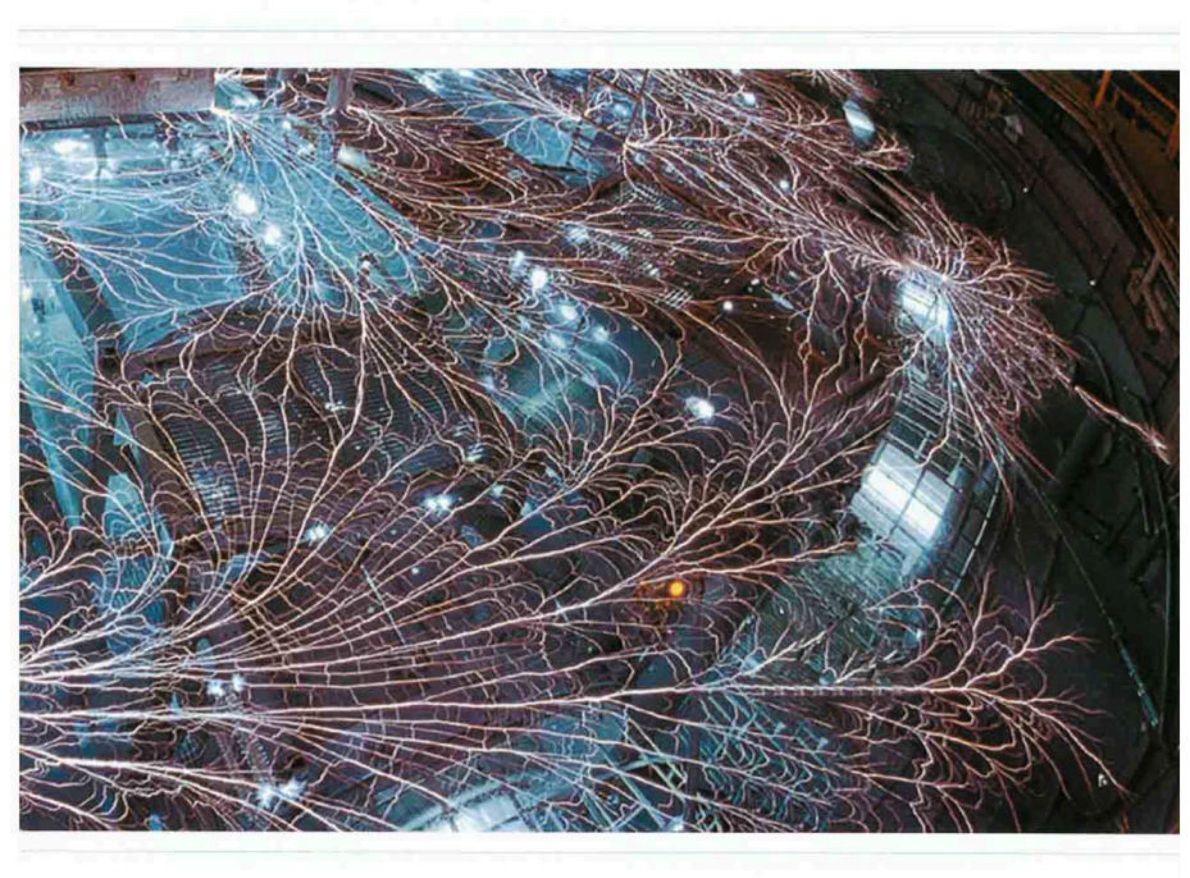
● مجلة الأمن، ص١٤٥ و١٨٧، العدد ١٦، مجلة أمنية محكمة تصدر عن الإدارة العامة للعلاقات والتوجيه، وزارة الداخلية، المملكة العربية السعودية، بحث بعنوان «الحماية من التلوث في بعض الأنظمة العربية» د. محمد نعيم فرحات، جمادى الأولى ١٤١٩هـ.

- مجلة البيئة والتنمية، ص ١٨، ٥٢، المجلد ٦، العدد ٣٤، كانون الثاني /يناير ٢٠٠١م، تصدر عن شركة المنشورات التقنية المحدودة، بيروت، لبنان.

● GMP هي القواعد العامة للصناعة الدوائية والصيدلانية.

الساعة الافتراضية للمحرقة النووية

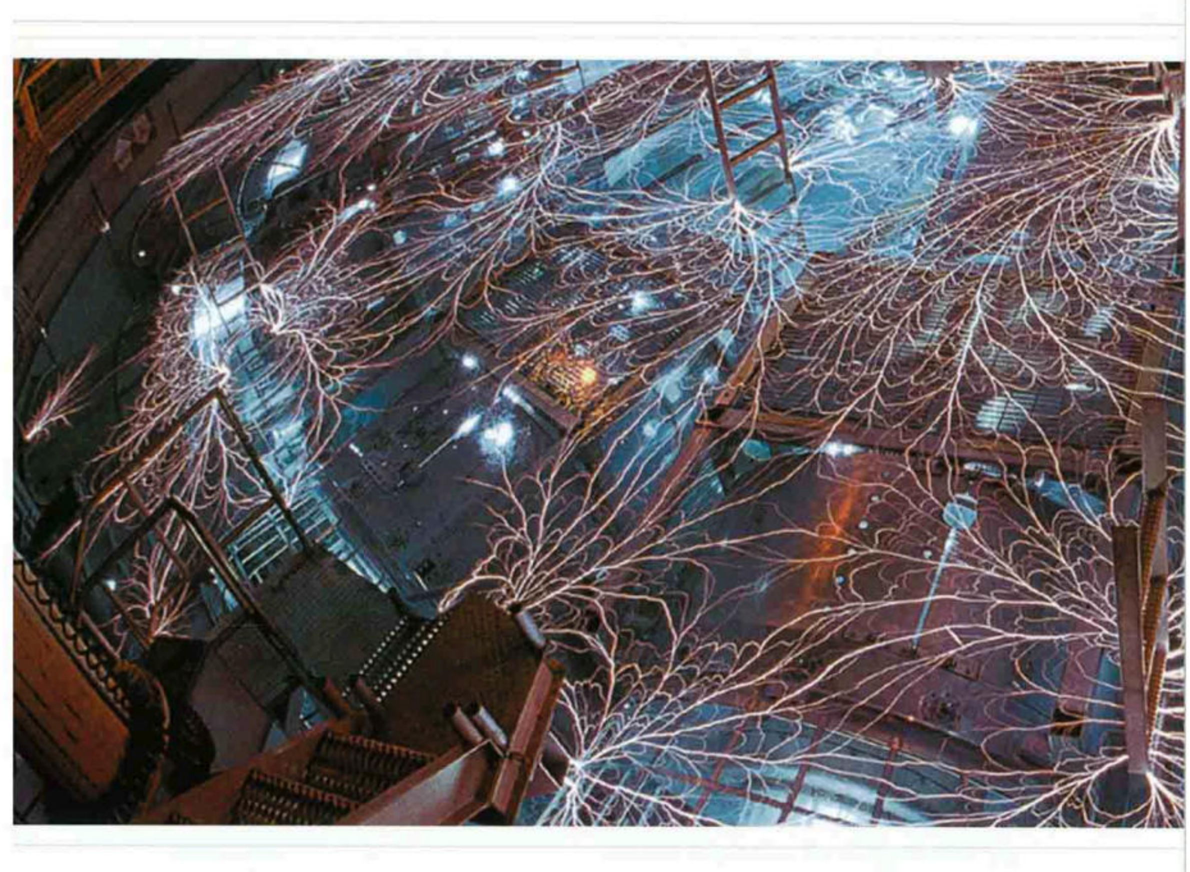
سعد أحمد شعبان*



في يناير عام ٢٠٠٧م حذر لفيف من العلماء من أن العالم يقترب من محرقة نووية، بعد أن دخل عصراً نووياً ثانياً، وقدموا عقارب ساعة رمزية مقامة في واشنطن تناظرها أخرى في لندن دقيقتين. لماذا؟؟.

شهدت العاصمة البريطانية في عقد الخمسينيات من القرن الماضي، مظاهرات صامتة يقودها الأستاذ الجامعي د. برتراند راسل - المتخصص في الرياضيات - محذراً من مغبة انتشار الأسلحة النووية، بعد نشوة النصر بانتهاء الحرب العالمية الثانية. ولقد كان نصراً قام على مذبحة لم يشهد التاريخ لها مثيلاً، باختفاء مدينتين يابانيتين من الوجود، في أغسطس عام ١٩٤٥م. ورأى راسل أن واجب العلماء أن يدقوا ناقوس الخطر؛ للتحذير من أن تصبح هذه الطاقة المجنونة في أيد كثيرة، وشبه الأمر بأنه مثل مارد سليمان، إذا

* متخصص في علوم الفضاء.



خـرج من القـمـقم، فلن يستطيع أحـد أن يعـيـده إليـه. وأثر عنه قـولـه: إن مـصـيـر الحضـارة الإنسـانيـة والبـيـئـة على الأرض أصبح رهناً بوجـود زعيم أحمق، يمكن أن يقودها إلى الفناء(١).

الطاقة المدمرة

كـانت الطـاقـة الحـرارية التي صـاحبت التـفـجـيـر النووي الأول فـوق هـيـروشـيـمـا، كأنها صادرة من شمس صغيـرة اقتربت من الأرض، ورفـعت درجـة الحـرارة حـتى ١٠ مـلايين درجـة مئـوية. وصـاحـبـتـهـا ومضات ضوئية شديدة الإبهار، أحس بها مكفـوفـو البـصـر وهم على بعـد آلاف الكيلومترات. وتحول معها الهواء إلى كتلة من نار صعدت عدة كيلو مترات، وشكلت سحابة حمراء تشبه ثمرة عش الغراب، وصـار كل شيء في المدينة تراباً خـلال

تفجير هيروشيما النووي الأكثر تدميراً على مر التاريخ

ثوان معدودة.

أما صدمات الصوت فقد حركت لفحات الهواء بضغط يفوق الضغط الجوي ملايين المرات، وهو الذي أدى إلى تحويل غازات الحرائق إلى سوائل خلال ثوان. وتحركت الموجات التصادمية الهوائية بسرعات تزيد على ألف كيلو متر في الساعة، وكأنها جدران من الصلب، فقوضت كل المباني، وحولتها إلى غبار. وبذلك اختفى من الوجود مجتمع عمراني كامل خلال ثوان قليلة، وبقيت الإشعاعات القاتلة التي حولت كل ما في طريقها إلى مصادر مشعة، وخلفت آلافاً من المشوهين والمعوقين. ولم يتأثر بالإشعاعات غير أشجار جينكوبيلوبا التي ظلت يانعة لمدة ١٥ سنة فاستخلصوا منها نوعاً من الدواء للذاكرة.

ولقد أسفرت هذه الطاقات الثلاث الحرارية، والضوئية، والإشعاعية، عن موت ٩٢,٠٠٠ شخص فوراً، و١٠٠,٠٠٠ من المصابين بحروق، ثم ارتفع عدد القتلى بعد أيام إلى ٣٠٠,٠٠٠، وأصيب مئات



القنبلة الثانية ألقيت على نجازاكي

الآلاف بالعمى، فيما عدّت أنها مذبحة بشرية لم تحدث في التاريخ الحديث. ولم يبق قائماً من المباني غير الهيكل المعدني للمبني الذي اتخذه الطيار هدفاً لإسقاط القنبلة فوقه، واتخذه اليابانيون مزاراً تذكارياً بعد ذلك.

وتكررت المذبحة بإلقاء القنبلة الثانية فوق نجازاكي بعد ثلاثة أيام، بأهوال أشد؛ ولأن سنة الله في الحياة أن يداً تهدم وأخرى تأتي لتعمر، فبعد أن وضعت الحرب أوزارها شهد العالم سباقاً محموماً بين الدول الكبرى؛ للحصول على أسرار القنبلة النووية، سواء من بعض العلماء الذين شاركوا في أبحاثها، أو الذين كانوا يعتنقون المبادئ الاشتراكية سراً، أو بواسطة الجواسيس. لذلك لم تمض غير ثلاث سنوات حتى أجرى الاتحاد السوفييتي أول تفجير نووي في أغسطس عام ١٩٤٩م، وانتقل من مرحلة التبعية والتخلف عن أمريكا، إلى مرحلة التنافس والحرب الباردة، فيما وصف - إستراتيجياً - بمرحلة توازن القوى. وبعدها لحقت بريطانيا بالركب النووي في أكتوبر عام ١٩٥٢م، ثم لحقتها فرنسا في فبراير عام ١٩٦٠م، ثم الصين الشعبية في أكتوبر عام ١٩٦٤م.

وعمرت ترسانات هذه الدول بعشرات، ثم بمئات، ثم بآلاف الرؤوس النووية، التي يمكن أن تطوح بها الصواريخ العابرة للقارات، وأصبح سباق التسلح أكبر رافد لامتصاص ميزانيات الدول الكبرى، التي أخذت تجمعاتها تتربص بالأخرى، تحت مظلتي حلف شمال الأطلنطي وحلف وارسو(٢).

من الانشطار إلى الاندماج

لم تقف الأبحاث النووية عند حد تحويل العناصر الثقيلة كاليورانيوم إلى طاقة انشطار .Fission وانطلقت إلى الضد، وهو الاندماج النووي Fusion، الذي يحدث من تصادم نوى ذرات العناصر الخفيفة عندما تتحرك بسرعات عالية جداً، فينتج عن اندماجها كميات هائلة من الطاقة. ولا يتحقق ذلك إلا تحت حرارة عالية جداً، تصل إلى ملايين الدرجات، حتى تستمر عملية الاندماج. وكان أنسب العناصر لتحقيق ذلك هما نظيرا الهيدروجين - أخف

العناصر قاطبة - أولهما: الديوتيريوم (D)، والتريتيوم(T)، والمصدر الرئيس لهما هو الماء، وما أرخصه وأكثره. وعلى هذه الأسس صنعت أمريكا القنبلة الهيدروجينية الأولى، بعد بداية العصر الذري بسبع سنوات، ونجحت في تجربتها في ١٣ أكتوبر عام ١٩٥٢م، وأدى انفجارها إلى اختفاء جزيرة انينتوك أتول Aninetok Atoll في الميحط الهادي بكاملها من الوجود، وقدرت الحرارة المنبعثة منها بأكثر من ١٠٠ مليون درجة مئوية(٢).

ولأن الاندماج النووي لا يتحقق إلا بتوفير حرارة عالية جداً، فإن تجهيزاً هندسياً خاصاً صمم لكي تتولد الحرارة المطلوبة من قنبلة إنشطارية؛ لتعمل كمفجر داخل القنبلة الهيدروجينية. ووصف الانفجار بأنه كان كشمس صغيرة سقطت على الأرض، وهذه حقيقة علمية؛ لأن ما يتم داخل الشمس وسائر النجوم الأخرى، هو اندماج نووي مكبل تحت ضغط هائل بقدرة الخالق سبحانه وتعالى، ولا ينبعث منه غير الضوء والحرارة والإشعاعات.

وهكذا تحول المارد الانشطاري إلى ديناصور اندماجي، خصوصاً بعد أن امتلك الاتحاد السوفييتي أسرار الاندماج النووي، وبعد أقل من عام أجرى تجربته، وتلته بريطانيا، وكذلك فعلت فرنسا، ثم الصين.

وأصبحت طاقات الإهلاك الاندماجي تفوق طاقات الانشطار بآلاف المرات، وأصبح العالم تحت رحمة هذه الدول، وتذكر العقلاء مقولة عالم الرياضيات البريطاني راسل، وأنه كان أول من دق الجرس.

الشتاء النووي

في عام ١٩٨٣م عقد لفيف من العلماء مؤتمراً في الأكاديمية الأمريكية للعلوم

إذا حصل تفجير عال يتوقع العلماء توقف التوازن البيئي على الأرض

الأبحاث النووية لم تتوقف فتحولت من طاقة الانشطار إلى الاندماج النووي





أدى انفجار القنبلة الهيدروجينية الى اختفاء جزيرة اينيتوك أتول

بكامبريدج تحت اسم: «عالم ما بعد الحرب النووية»، وخلعوا عليه اسماً مجازياً هو «الشتاء النووي». وكان الهدف هو وضع سيناريو للأحداث التي تعقب نشوب حرب نووية متعددة الأطراف، قد تختلف حسب قوة القنابل، مقدرة بالميجاطن.

حضر المؤتمر ممثلون لأكثر من ٢٠ دولة، واتخذت ترتيبات لتبادل الحوار مع آخرين في موسكو عبر الأقمار الصناعية. وكان أول المتحدثين كارل ساجان - أستاذ الفلك وعلوم الفضاء، ورئيس اللجنة التحضيرية للمؤتمر - وعرض تفاصيل السيناريوهات التي استخدمت فيها الحاسبات الفائقة الدقة، والتي غذيت بالتفاصيل اللازمة عن التفجيرات النووية، وكل ما يمت بصلة إلى علوم الأرصاد الجوية، والجيولوجيا، والجيوفيزيقا، والبيلوجيا، وتوالى عرض تصورات السيناريو المتوقع بعد تفجير قوته بين (٥٠٠ إلى٧٠٠) ميجاطن(٤):

- للوهلة الأولى يحصد الموت ما يقرب من ١٠٠ ألف مليون من البشر، ويلحق بهم عدد مماثل بعد أيام.

- تنهار كل المنشآت فوق سطح الأرض، وتتصاعد منها كرات هائلة من الغبار، تحجب قرص الشمس، وأشعتها بنسبة تصل إلى ٩٩٪.

- تندلع كرات من النيران تمتد في كل اتجاه، تتحول معها الغابات إلى عيدان كبريت، ويختلط دخان الحرائق بالغبار ليشكل أعاصير نارية، تلف الكرة الأرضية كلها في ظلام دامس، يستمر أكثر من عام.

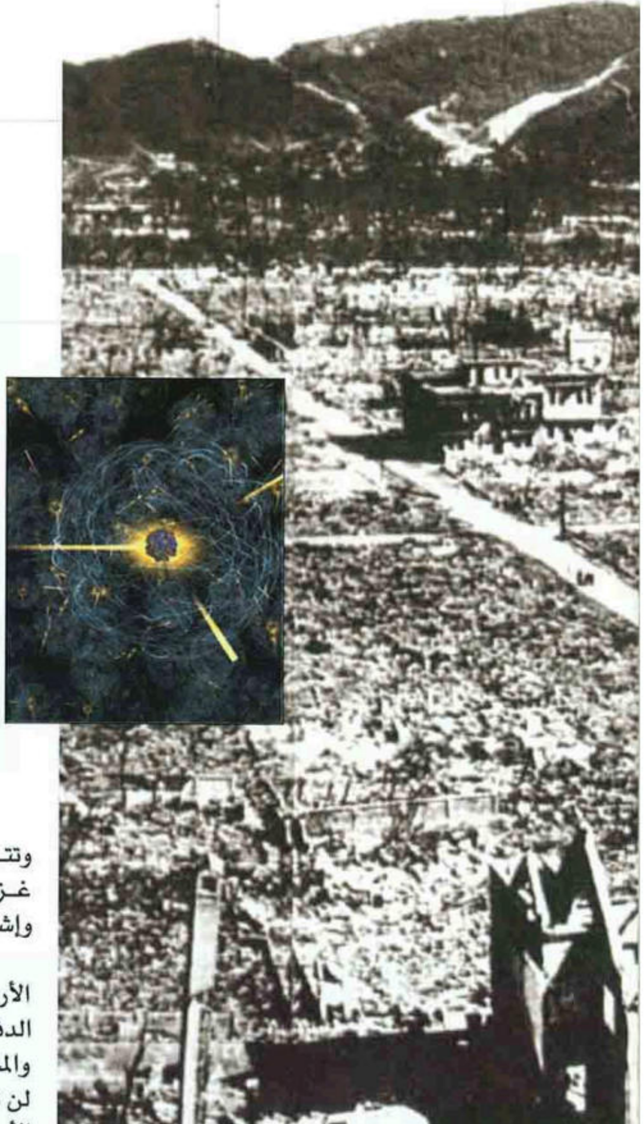
- تتصاعد غازات سامة في الغلاف



آثار التدمير الذي حصل لهيروشيما بعد القاء القنبلة الذرية عليها

الجوي، تبدد مع النيران كل طبقة الأوزون المحيطة بالكرة الأرضية، فتنصب الأشعة فوق البنفسجية من الفضاء بكامل طاقتها، بزيادة قدرها ٧٠٠٪؛ عما قبل الانفجار، لتصيب ملايين البشر بالعمى الجزئي وفقد البصر.

- تتكاثر آثار الدخان والغبار والإشعاعات لتحقق ما وصف بأنه «الشتاء النووي» على كل بقعة من الأرض، مخلفة هلاك كل البشر والحيوان وفناء كل النباتات؛ وذلك لتوقف عمليات التمثيل الضوئي (الكلوروفيللي) في النبات، فيتوقف تجدد



الأوكسجين في الغلاف الجوي، لتحل محله غازات سامة مثل: أول أوكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، والأوزون. وتنخفض درجة حرارة الهواء إلى ما يقرب من -٢٥ مئوية لعدة شهور متصلة، ثم يتحول الجو إلى صقيع حتى درجة حرارة -١٠٠ مئوية.

- تهب أعاصير عاتية تجتاح السواحل، وتتقدم في اليابسة، تصاحبها أمطار غزيرة محملة بجسيمات الفاوبيتا، وإشعاعات جاما المميتة.

- يتوقف التوازن البيئي بالكامل فوق الأرض، وتحت سطحها، ويمتد إلى الأحياء الدقيقة في التربة، وتحت الماء، والأسماك والمحار والقواقع، وحتى التي تنجو من الموت لن تنجو من التجمد. وتصبح كل مياه الأمطار حمضية وقاتلة؛ لأنها تكون محملة بالإشعاعات، والجراثيم، والفيروسات.

- يؤدي تحلل ملايين الجثث، وزيادة المخلفات، واختلاطها بمياه الصرف، إلى تكاثر جميع أنواع الميكروبات والفيروسات لتعم الكرة الأرضية كلها، لتقضي على من يبقى من الأحياء والجرحى والحيوانات.

- قد يفلت من هذا الفناء البيئي بعض الحشرات الصغيرة الحجم، ذات التكاثر الغزير، لكن الإشعاعات قد تعمل على ظهور أنواع جديدة(٥).

محصلة هذه الأهوال البيئية هو توقف كل صور الحياة، ليعيد التاريخ نفسه إلى ما حدث قبل ٦٥ مليون سنة، عندما انقرضت الديناصورات، ولا بد أن تمضي عدة قرون حتى يستعيد النظام البيئي توازنه(٦).

عقارب الساعة

على غرار مجموعة مؤتمر الشتاء النووي، أقامت مجموعة أخرى - مؤخراً - أغلبهم من الحاصلين على جوائز نوبل، ساعة افتراضية Virtual، في كل من واشنطن ولندن، ليرمزوا بها إلى مدى اقتراب العالم من المحرقة النووية، التي سوف تنهي وجه الحضارة على الكرة الأرضية. وجعلوا تقديم عقارب هذه الساعة



أقام العلماء ساعة افتراضية ترمز لاقتراب العالم من المحرقة النووية



وتأخيرها، يعني الاقتراب عن ساعة الصفر أو الابتعاد عنها. وتقف العقارب عند سبع دقائق قبل منتصف الليل وهو الموعد المفترض ليوم القيامة النووي.

وخلال نصف القرن الأخير تحركت عقارب الساعة ١٧ مرة، في دار مجلة علماء الطاقة الذرية في العاصمتين المذكورتين. وحسبنا أن نتذكر بعضاً من الأحداث التي على أساسها تحركت عقارب الساعة، على سبيل المثال لا الحصر.

- في عام ١٩٤٩م تحركت العقارب ووصلت إلى ما قبل منتصف الليل بثلاث دقائق بسبب تفجير الاتحاد السوفييتي لقنبلته النووية الأولى.

- وفي عام ١٩٥٣م لم يفصل عقارب الساعة عن منتصف الليل سوى دقيقتين؛ بسبب تجربتي الولايات المتحدة، والاتحاد السوفييتي للقنبلة الهيدروجينية.

- وفي عام ١٩٨١م أشارت العقارب إلى أربع دقائق قبل منتصف الليل؛ بسبب تطوير القوتين العظميين لأسلحة نووية، وبسبب تزايد هجمات إرهابية.

- وفي عام ١٩٨٨م أشارت الساعة إلى ست دقائق قبل منتصف الليل، بعد توقيع معاهدة خفض الأسلحة النووية المتوسطة المدى.

- وفي عام ١٩٩٠م تراجعت الساعة ١٠ دقائق بسبب سقوط الستار الحديدي، وإقرار أمريكا معاهدة حظر الانتشار النووي.

- وفي عام ١٩٩١م تراجعت الساعة ١٦ دقيقة بعد توصل القوتين العظميين إلى معاهدة خفض الأسلحة الإستراتيجية «ستارت».

- وفي عام ١٩٩٨م أشارت الساعة إلى ٩ دقائق؛ بسبب التجارب النووية في الهند وباكستان.

- وفي عام ٢٠٠٢م تقدمت عقارب الساعة دقيقتين بسبب انسحاب أمريكا من معاهدة الصواريخ الباليستية، وسعي عصابات إرهابية إلى الحصول على أسلحة نووية.

السؤال الحائر

السؤال الذي قد يطرح نفسه اليوم، هو أين سوف تتجه عقارب الساعة، بعد أن وضح أنها يمكن أن تذكرنا - أيضاً - بمواقف حافة الهاوية التي ألفناها في القرن الماضي. فاليوم يلوح في الأفق عمليات بعضها معلن، وبعضها يتم في الخفاء، يشير إلى احتمالات توجيه ضربة استباقية لمراكز التخصيب الإيرانية، مع أن المعلومات تؤكد أن طهران لن تستطيع أن تمتلك سلاحاً نووياً قبل عام ٢٠١٥م. ويظل السؤال المعلق، هل حرام على الدول النامية أن تمتلك ما يمتلكه الآخرون؟ فأمريكا تحذر من وجود عدد قليل من الرؤوس النووية لدى غيرها، ويوجد في ترساناتها (١٢) ألف رأس نووي.

أما لماذا تحركت عقارب الساعة دقيقتين في يناير عام ٢٠٠٧م، فهو أن الإدارة الأمريكية اختارت تصميماً جديداً للرؤوس الحربية النووية، سيحل محل الرؤوس القديمة التي يعود عمرها إلى ٤٠ عاماً.

الهوامش والمراجع

١- سعد شعبان: الإشعاع من الذرة حتى المجرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ٢٠٠٢م.
٢- سعد شعبان: المرجع السابق.
٣- إبراهيم المسيري: الذرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩١م.
٤- جمال الدين موسى: الشتاء النووي، ج١، ج٢، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٥م.
٥- جمال الدين موسى: أسلحة الدمار الشامل، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٥م.
٦- ممدوح عطية: الدرع النووي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٤م.

شبح التسوناميات الفيضانية

رضا أحمد محمد خليل*



مع أفول عام ٢٠٠٤م، فيما تناولته وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمكتوبة، أن سكان السواحل بجنوب شرق آسيا، شاهدوا انكشافًا تدريجيًا وانزياح مياه الشطآن، فبدا قاع البحر ظاهرًا لسكان المناطق المتاخمة، وقد رأى الأهالي كنوز البحر أمام أعينهم (سفن غارقة، بقايا أثرية، تكوينات طبيعية، وأشياء من كل صنف ونوع، وغير ذلك)، فاندوفعوا إليها لاغتنام الغنائم، ويلعبون، ويمرحون وما هي إلا سويعات قليلة ليفاجأ الجميع باجتياح المياه بأمواج عالية، وصل ارتفاع بعضها إلى أكثر من ٥٠ مترًا، فأغرقتهم عن آخرهم، وكانت الأمواج - أيضًا - معها سفن البحر وراكبوها، لتقتحم هذه الأمواج البرية داخلة في العمق العمراني، ثم عادت ومعها المدن بعمائرها وصنائعها وما فيها من أحياء إلى داخل المياه تارة أخرى، هذا ما حدث في عدة مدن، ويعد أشدها

* كاتبة وباحثة من مصر.



كارثة، مدينة آتشيه، إنها ظاهرة «تسونامي» إحدى الظواهر الطبيعية المخيفة، وقوة خارقة لا يقف أمامها واقف ولا يستطيع أن يتصدى لها مخلوق.

تعالج هذه الدراسة، معلمًا فيزيائيًا قهريًا رهيبًا، وآية من آيات الله سبحانه وتعالى في الأرض، شأن الكسوف والخسوف، والبراكين والأعاصير، وغيرها.

حول هذه الظاهرة القمعية أنظم هذا البحث في ضوء أحداث الدراسات المتخصصة.

بعيدًا في عرض البحر، تبدأ الموجات البحرية الزلزالية المنشأ كانتفاخ غير ملحوظ، ينطلق بسرعة مئات الأميال في الساعة، ليصبح عند وصوله إلى الشاطئ موجة عاتية يزيد ارتفاعها على ثلاثين مترًا. لقد قتلت هذه الموجات العملاقة آلاف البشر في العقد الماضي.. ويعتقد العلماء أن الطرائق الحديثة المستخدمة - حاليًا - في



التسوناميات تختلف من الأمواج المتولدة من الرياح

اكتشافها، وتتبع مساراتها ستحد من تأثيراتها الكارثية(١).

التسوناميات، هذه جمع تسونامي Tsuna-miأي: أمواج بحرية زلزالية أو بركانية المنشأ(٢). إن كلمة تسونامي مشكلة في الأصل من كلمتين Tus- nami، والواقع أن هذ الكلمة باللغة اليابانية تعني حرفيًا موجة الميناء(٣) Harbor Wave؛ ربما لأنها تتسارع بصمت عبر المحيط من دون أن يشعر بها أحد، لتظهر فجأة أمواج عالية مدمرة في المياه الساحلية الضحلة.

قد تتمركز البؤر الزلزالية ليس في القارات، وإنما في قيعان البحار والمحيطات. ونتيجة لذلك قد تتسبب الزلازل هذه في حدوث أضرار مادية جسيمة جدًا، تفوق - أحيانًا - مثيلاتها في القارات، وأكثر الأماكن تضررًا المناطق الساحلية. كثيرًا ما يتم الشعور بالهزات الأرضية البحرية على ظهر



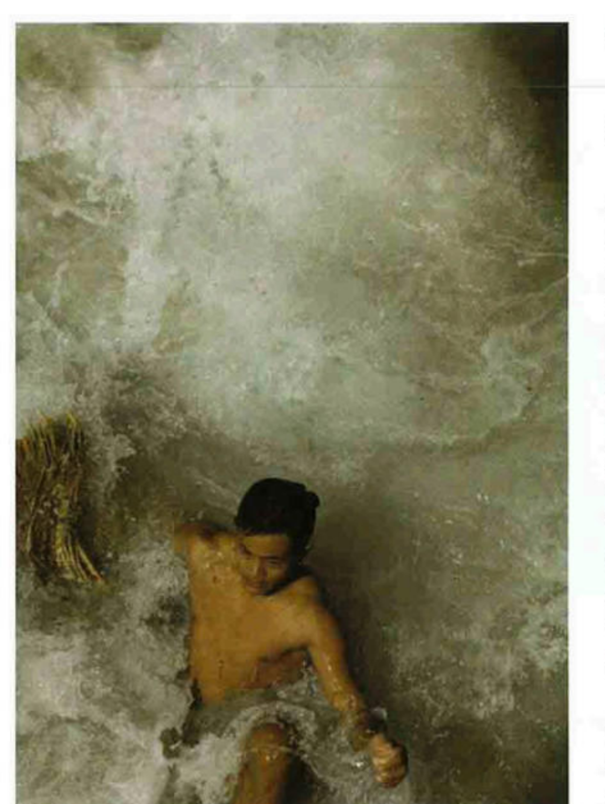
السفن التي تمخر عباب البحر في مناطق وقوع الزلازل.

تسوناميات: من سجلات التاريخ حتى نهاية القرن التاسع عشر

يتوافر حاليًا في الأدبيات العلمية كثير من تفاصيل منهجية لدراسة الزلازل التاريخية.. كشف تحليل المصادر البيزنطية الأولية والثانوية الهادف إلى دراسة الزلازل التاريخية في منطقة سورية، ولبنان أن زلزالاً كبيرًا قدره ٧،٢ حدث في ٩ تموز عام ٥٥١م على طول الساحل اللبناني، وأثر في منطقة واسعة جدًا في شرق البحر المتوسط(٤). بينت الدراسة أن عمق بؤرة هذا الزلزال ضحلة أيضًا، إنه ترافق بحدوث أمواج بحرية مدّية على طول الساحل اللبناني، وانزلاق أرضي قرب مدينة البترون، واندلاع حريق كبير في مدينة بيروت. كما سبب دمارًا واسعًا، وخسائر بشرية كبيرة في مدن الساحل اللبناني، لا سيما بيروت.

وقدرت شدة الزلزال فيها بين ٩ و١٠ وفق مقياس الشدة الزلزالية الأوربي لعام ١٩٩٢م ومن ناحية ثانية، حدد المركز السطحي للزلزال قرب مدينة بيروت، وكانت إحداثياته ٤٣،٠٠ درجة شمالاً و٣٥،٥٠ درجة شرقًا، مما يشير - فيما ذكره البحاث - إلى أنه نجم عن نشاط صدع الروم الإنزياحي المغربي اليساري في جنوب لبنان(٥).

فيما أثبتته الدراسات الحديثة(٦)، أنه في يوم ٩ تموز في عام ٥٥١م، وخلال حكم الإمبراطور البيزنطي جوستنيان عام (٥٢٧ - ٥٩٥م) ضرب زلزال مدمر عددًا من المدن على طول الساحل اللبناني مثل بيريتوسي (بيروت حاليًا)(٧) وطرابلس(٨)، وصيدون (صيدا حاليًا)(٩)، وبيبولوس (جبيل حاليًا)(١٠)، وبتريس (البترون حاليًا)(١١) وتيروس (صور حاليًا)(١٢).



التسونامي ظاهرة طبيعية لا يستطيع أن يتصدى لها مخلوق

في مدينة بيروت سقطت أغلب الأبنية، ودفن عدد كبير من الناس تحت الحطام، وقد أدى الزلزال إلى مقتل ٣٠ ألف نسمة، وقد اندلعت حرائق استمرت قرابة الشهرين، ودمرت مدرسة الحقوق، هكذا حل الدمار بلؤلوة الساحل الفينيقي فيما وصفه المؤرخون..

يهمني - في شأن وصف هذه الحادثة -

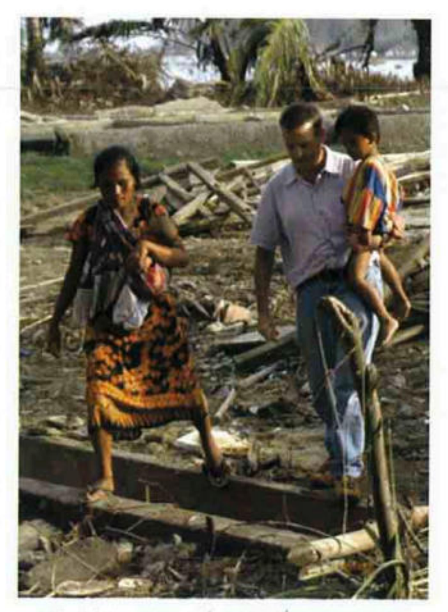


الفيضانات فتكت بكثير من سكان الشواطئ

الإشارة إلى ذلك التسونامي الهائل.. فقد ذكر أن حدوث الزلزال ترافق بتراجع مياه البحر بمسافة ميل، ثم عودتها ثانيًا وهذا ما تسبب في غرق عدد من السفن الراسية، وقد جاء في وصف الظاهرة(١٣): «تراجع البحر لمسافة ميلين تقريبًا قبل وقوع الزلزال، فاندفع الناس إلى قعر البحر للبحث عن الكنوز في السفن الغارقة، لكن موجة بحرية كبيرة عادت مؤدية إلى غمر الشاطئ وغرق السفن، فضلاً عن الناس الذين كانوا في قعر البحر، وعلى الساحل».

زلزال مدينة لشبونة عاصمة البرتغال كان زلزالاً مدمرًا ونادر القوة، وقد حدث في عام ١٧٧٥م. وكان مركزه قاع بسكاي غير البعيد عن لشبونة؛ لذا فقد ألحق أضرارًا جسيمة بها، عبر الارتجاجات الأرضية والتسونامي. لقد تهدمت الحواجز المرمرية الجميلة المجاورة للبحر وامتطتها الأمواج العاتية. دافعة أمامها جثث الناس، وحطام السفن الراسية. وقد هبط قاع الخليج بشدة، وبلغ عمقه ٢٠٠م. وهنا وكما في الأماكن الأخرى تراجعت عن الشاطئ في البداية، وبعد ذلك هجمت موجة عارمة على الشاطئ، وبعلو وصل إلى ٢٦م، متكسرة فوق صخوره ومنشآته، وامتد طغيان الماء إلى عمق ١٥ كم ضمن اليابسة، وتوالت ثلاث موجات تسونامية تباعًا. وظهرت آثار الزلزال على كل الساحل الشرقي للمحيط الأطلسي، وبلغ ارتفاع الموجة عند قادش ٢٠ مترًا، ونحو ستة أمتار في الشاطئ الإفريقي





سكان السواحل أصبحوا مشردين بسبب الفيضانات

(مدينة طنجير) المغربية. وصلت في جزر ماديرا إلى خمسة أمتار.

عالم الزلازل الياباني إيما مور A. I ma-muraيصف لنا التسونامي الناجم عن زلزال عام ١٨٩٦م، الذي ضرب سواحل اليابان بقسوة. يقول: «إن هذا التسونامي العملاق المرعب حدث في سانريكو؛ وذلك في يوم من أيام الأعياد اليابانية، عندما كان الناس يستمتعون بعيدهم ووقتهم. الهزة كانت عادية، وشعر بها كل الناس، وتمت في الساعة السابعة مساءً. ولكن تبين فيما بعد أن الزلزال كان قويًا جدًا، ولم يعيروا هذه الهزات الاهتمام اللازم، ولم يعرفوا شيئًا عن الهزة الأولى الأساسية؛ لذا لم يقوموا بأية إجراءات وقائية، ولكن بعد مرور عشرين دقيقة على الهزة الأساسية بدأ ماء البحر بالانحسار، ومع قدوم الساعة التاسعة سمع ضجيج يشبه صوت الانهيارات الصخرية العنيفة، وكان هذا مؤشرًا على اقتراب موجة التسونامي التي راوح ارتفاعها بين عشرة وعشرين مترًا. وهكذا أدرك الناس الواقع الرهيب الذي يلفهم، إلا أن الوقت كان متأخرًا».

ويروي أحد الأحياء أن البحر لم يمكن متموجًا كثيرًا، إلا أن هدير الماء كان يسمع جيدًا مثل هدير عواصف التورنادو، ومع استثناء قليل من الناس الذين نجوا من الموت بمعجزة، لوحظ أن كل الناس الموجودين في المدن والقرى القريبة من خط الساحل قد ابتلعتهم أمواج التسونامي. ولم يلحظ صائدو الأسماك الذين كانوا في عرض البحر شيئًا مما حدث في الشواطئ. وما إن عادوا إلى موطنهم حتى أذهلهم ما شاهدوا من دمار وتخريب وموت.

لقد رأوا الأمواج الراجعة تحمل على ظهرها حطام البيوت والقوارب، ومختلف السفن، وجثث الناس. وعند ذلك علم هؤلاء حجم الدمار الذي خلفته أمواج التسونامي الزلزالية. فقد دمر تمامًا ١٠٦٦١٧ منزلاً، وتضرر كثيرًا ٢٤٥٦ بيتًا، كما قتل نحو من ٢٧١٢٢ إنسانًا وجرح ٩٢٤٧ شخصًا(١٤).

الرصد العلمي الموثق للظاهرة: أشهر تسوناميات القرن العشرين..

لقد أزهقت ١٠ تسوناميات، وقعت منذ عام ١٩٩٥م، أرواح أكثر من ٤٠٠٠ شخص. وقد بلغ عدد التسوناميات، التي أبلغ عن وقوعها خلال هذا العقد، نحو ٨٢ تسوناميًا، وهو معدل يفوق المتوسط التاريخي البالغ ٥٧ تسوناميًا في كل عقد من الزمان، وتعزى هذه الزيادة في عدد



تختلف التسوناميات في درجة ارتفاع الأمواج

التسوناميات، التي أبلغ عنها، إلى تحسن وسائل الاتصال على الصعيد العالمي.

أما ارتفاع معدل الوفيات، فيعزى جزئيًا إلى تزايد عدد السكان الذين يقطنون المناطق الساحلية. وقد استحدث العلماء مختبر البيئة البحرية للمحيط الهادي، التابع للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي في سياتل، وأنشؤوا شبكة بريد إلكتروني وسيلة لتعزيز الاتصال بين الباحثين العاملين في المناطق النائية؛ لمساعدة بعضهم بعضًا على إجراء مسوحات أسرع، وأكثر دقة عن التسوناميات، منذ إنشاء الشبكة في عام ١٩٩٢م، بعد أن ضرب التسونامي نيكاراكوا بقليل، يسرت هذه الوسيلة الإعلامية المخصصة للتسوناميات - التي يديرها حاليًا المركز الدولي للمعلومات - الاتصال بين العلماء المتخصصين في التسوناميات.

كما وقعت كوارث مشابهة لتلك التي وقعت في نيكاراكوا، وبابوا غينيا الجديدة، في كل من هاواي وألاسكا، وألحقت بهما أضرارًا جسيمة، غير أن معظم الباحثين في هذه الظاهرة اعتقدوا - لمدة طويلة - أن



يصل ارتفاع بعض الأمواج إلى أكثر من ٥٠متراً

الساحل الغربي للولايات المتحدة آمن نسبيًا إزاء الأحداث الكارثية الكبرى، لكن الأدلة المتوافرة حديثًا تشير إلى أن الزلازل تسببت في حدوث طوفانات ضخمة كل ٣٠٠ إلى ٧٠٠ سنة على طول نطاق كاسكاديا الاندساسي،. وهي المنطقة المقابلة للساحل الشمالي الغربي للمحيط الهادي، حيث تنغمس صفيحة من صفائح القشرة الأرضية، تحمل جزءًا من المحيط الهادي تحت صفيحة أمريكا الشمالية. وكان الزلزال - الذي وقع في أبريل عام ١٩٩٢م، وشدته ٧،١ على مقياس ريختر(١٥)، وضرب النهاية الجنوبية لنطاق الاندساس، محرضًا لتسونامي ضعيف قرب رأس مندوسينو بكاليفورنيا - أفضل من يذكر بإمكانية التعرض لهذا الخطر، وكانت صيحة الإنذار التي قادت إلى أول مجهود وطني نظامي للتأهب إزاء التسوناميات الخطيرة قبل حدوثها، وقد اطلع مختبر البيئة البحرية للمحيط الهادي بدور رئيس في هذا المجهود، سواء في إجراء البحوث، أو في إدارة المشروع.

جزر شرق الويسيان ١٩٤٦/٤/١م

الارتفاع الأقصى للموجة: ٥٣ مترًا

عدد الضحايا: ٥٦١ قتيلاً

لقد ضربت مجموعة من التسوناميات حواف المحيط الهادي خلال العقد الحالي، ولكن الأمواج المدمرة كانت قد تركت آثارها في المنطقة قبل ذلك بوقت طويل. فالزلازل البحرية التي تحدث على طول نطاق الأندساس السيزمي(١٦) بعيد جزر الويسيان في ألاسكا، ولدت أسوأ التسوناميات في التاريخ المدوّن للولايات المتحدة. ففي ١٩٤٦/٤/١م، ولدّ زلزال شدته ٧،٨ تسوناميًا، مسح من الوجود منارة رأس سكوتش في الاسكا، وقتل خمسة من موظفي خفر السواحل. وبعد ذلك بخمس ساعات ضرب التسونامي ذاته سكان هيلو في هاواي، حيث هاجمت الأمواج المحملة بالحطام، التي بلغ ارتفاعها ٨ أمتار، عددًا من تلاميذ المدارس قبل دخولهم إلى قاعات الدرس، ودمرت بالكامل أحد المستشفيات. وبلغ العدد الإجمالي لضحايا تلك الأمواج القاتلة ١٦٥ شخصًا، بينهم ١٥٩ شخصًا في هواي، وتسببت بأضرار بلغت قيمتها ٢٦ مليون دولار.

وكرد فعل على هذه الكارثة أنشأت

الولايات المتحدة عام ١٩٨٨م مركز المحيط الهادي للتحذير من التسوناميات في هاواي، ثم أنشأت بعد ثلاث سنوات من التسونامي، الذي ضرب ألاسكا في ١٩٦٤/٣/٢٨م وأودى بحياة أكثر من ١٠٠ شخص، نظام ألاسكا الإقليمي للتحذير من التسوناميات، (الذي يسمى الآن مركز الساحل الغربي وألاسكا للتحذير من التسوناميات).

وحاليًا تبذل الولايات المتحدة - وبعد تعرفها مؤخرًا التهديد، الذي يمثله النطاق السيزمي الواقع مقابل ساحلها الغربي - جهودًا حثيثة من أجل التأهب للكوارث الناجمة عن التسوناميات قبل وقوعها. وتشمل هذه الجهود، التي تشارك فيها الولايات، والحكومة الاتحادية، برنامجًا مرحليًا لإعداد خرائط للمناطق المعرضة للغمر عند حدوث الطوفان التسونامي، إضافة إلى إنشاء شبكة تأخذ بأحدث منتجات العلم للكشف عن التسوناميات، وهي في البحار العميقة، والقيام بحملات توعية لرفع جاهزية التجمعات الساحلية لمواجهة الكوارث المحتملة.

نيكاراكوا ١٩٩٢/٩/٢م

الارتفاع الأقصى للموجة: ١٠ أمتار

عدد الضحايا: ١٧٠ قتيلاً

يمكن توعية سكان السواحل بضرورة الهروب إلى المناطق المرتفعة عند شعورهم بأن الأرض تهتز بتأثير زلزال. غير أن هناك بعض الحالات المأساوية - كحالة تسونامي نيكاراكوا الذي أودى بحياة ١٧٠ شخصًا، وترك ١٣٠٠٠ شخص بلا مأوى - يشعر فيها السكان بهزة طفيفة فقط، أو حتى لا يشعرون بأي شيء، ويفترضون عدم وجود خطر. وتشير التقديرات إلى أن ٥ إلى١٠ في المئة


الأمواج تحطم القوارب والبيوت





الأمواج الزلزالية تجتاح العمق العمراني

من الزلازل المسببة للتسوناميات، تنتمي إلى هذا النوع البالغ الخطورة، الذي يطلق عليه تعبير الزلازل الصامتة.

لقد تميزت الأخيرة، التي وقعت في نيكاراكوا بأن الأمواج القصيرة - التي تتسبب عادة بالارتجافات المميزة للزلازل، التي تتلاشى بسرعة في أثناء انتقالها من المركز السطحي Epicenter للزلزال(١٧) - لم تصل قط من مصدر الزلزال في داخل المحيط إلى البر. أما الأمواج الطويلة فوصلت إلى الساحل، غير أنها لم تحدث للأرض أي اهتزاز يذكر. والأخطر من ذلك، أن الأجهزة المعيارية لرصد الزلازل، التي تسجل فقط الأمواج الزلزالية والتي تقل أدوارها عن ٢٠ ثانية، عجزت عن تسجيل معظم الأمواج الطويلة، ويقول الباحثون: إن زلزال نيكاراكوا كان أشد فعلاً بخمس مرات من الشدة ٧،٥ التي قدرت له، وذلك بسبب إهمال هذه الأمواج القصيرة، وهكذا أوضح حادث نيكاراكوا - بجلاء - ضرورة وصل أجهزة الرصد الزلزالي، ذات الحزم العريضة Broadband، والحساسة للأمواج المنخفضة التردد، وذلك من أجل التنبؤ بالخطر الحقيقي المحتمل، الذي يسببه التسونامي.

أوكوشيري، اليابان ١٢/٧/١٩٩٣م

الارتفاع الأقصى للموجة: ٣١ مترًا

عدد الضحايا: ٢٣٩ قتيلاً

في عام ١٩٩٣م اندلعت الحرائق عبر شواطئ قرية أوني المنكوبة بطوفان تسونامي.

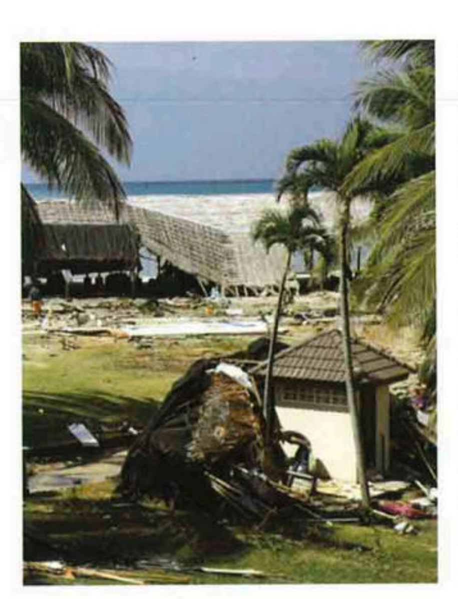
وهي قرية صغيرة يقطنها صيادو الأسماك، وتقع في جنوب شبه جزيرة أوكوشيري، حيث ضربت الشاطئ أمواج عاتية، راوح ارتفاعها بين ٥ و ١٠ أمتار بعد أقل من خمس دقائق من وقوع زلزال شدته ٧,٨، على مسافة تراوح بين ١٥ و٣٠ كيلو مترًا من شاطئ بحر اليابان، ودمّرت الحواجز البحرية التي أقيمت بعد كوارث الطوفانات التسونامية السابقة.

كما اكتسحت التيارات المائية العالية المباني والسيارات والزوارق الراسية في المرفأ، والأشياء والمواد الثقيلة الموجودة في مناطق التخزين الساحلية، فحولتها إلى مقذوفات محمولة مائيًا، تدمر كل شيء يقع في طريقها. وأدت الاصطدامات إلى اشتعال الحرائق بتأثير الكهرباء وغاز البروبان، التي لم تتمكن عربات الإطفاء من الوصول إليها وإخمادها بسبب الحطام المتناثر.

لقد كانت الخسائر في الأرواح في هذه الحادثة مأساة كبيرة، ولكن من الواضح أن تقانة الإنذار وتوعية المجتمعات المحلية قللت من الخسائر بدرجة كبيرة؛ إذ أصدرت وكالة الأرصاد الجوية اليابانية تحذيرات دقيقة، وفي الوقت المناسب، ونجا كثير من السكان عبر اللجوء إلى المناطق المرتفعة من تأثير الطوفانات التسونامية، وأصبح هذا الحادث أفضل كوارث التسوناميات توثيقًا في التاريخ، فقد تم تقدير تفصيل للأضرار، التي لحقت بشبكات المواصلات والاتصالات، كما أجريت المقابلات مع أشخاص نجوا من الكارثة ومع مسؤولين محليين، وأجريت قياسات دقيقة لمستويات الإغراق، والتقطت أعداد هائلة من الصور الجوية، زودتنا جميعها بالمعلومات اللازمة لوضع قاعدة بيانات قيمة.

بابوا غينيا الجديدة في ١٩٩٨/٧/١٧م

الارتفاع الأقصى للموجة: متر ونصف



المناطق الساحلية هي التي تتأثر بالتسونامي

الضحايا: أكثر من ٢٢٠٠ قتيل

مضت ١٢ دقيقة على غياب الشمس، وبدأ الشفق يسدل أستاره على الساحل الشمالي لجزيرة بابوا غينيا الجديدة. كان ذلك في ١٩٩٨/٧/١٧م، وكان المساء يؤذن بانتهاء يوم هادئ آخر بالنسبة إلى الرجال والنساء والأطفال في قرى سيسانو، وأروب، وأرابو، وغيرها من القرى الصغيرة الواقعة على اللسان الرملي المسالم الهادئ بين هور سيسانو وبحر بسماك. غير أن قوى جبارة - كانت لعدة سنوات تحدث إجهادات في الصخور في أعماق الأرض بعيدًا تحت الأكواخ الخشبية لسكان هذه القرى الغافلين عما تخبئه الأقدار لهم - انطلقت خلال دقائق معدودة من عقالها على شكل زلزال شدته ٧،١ (على مقياس ريختر)، وقد ضرب





الفيضانات التسونامية سببت كوارث غير متوقعة

جزؤه الرئيس في الساعة ٦،٤٩ مساءً، ٣٠ كيلو مترًا من الساحل في مركز الهور، بعد أن شوه بشكل مفاجئ قاع المحيط بعيد الشاطئ، ونتيجة لذلك اندفع سطح البحر المستوي عادة إلى الأعلى مكونًا موجة بحرية زلزالية.

لقد جرفت ثلاث أمواج عاتية متعاقبة بشكل كامل تقريبًا. اللسان الرملي القاحل، الممتد على الساحل الشمالي لبابوا غينيا الجديدة، الذي كان - قبل ذلك - مكتظًا بالمنازل والقرى. ولكن ما يبعث على الدهشة أن يستتبب زلزال صغير نسبيًا (شدته ٧،١ حسب مقياس ريختر) في هذه الأمواج الضخمة، التي لا تنشأ عادة إلا عن الزلازل الكبيرة. لقد أثار هذا التناقض الظاهري بين شدة الزلزال وشدة التسونامي المتولد منه، تنبؤات العلماء بأن الاهتزازات السيزمية ربما تكون أحدثت اضطرابات أخرى في قاع المحيط، كالانزلاقات الأرضية تحت البحر، أو أنها تسببت بحدوث انفجارات غازية هيدراتية، ساعدت على توليد تسونامي أكبر بكثير.

وقد تسببت أمواج تسونامية عالية في كوارث أخرى غير متوقعة، مثل كارثة نيكاراكوا، التي وقعت في عام ١٩٩٢م، ولكن المسوح المكثفة، واللازم تنفيذها في قاع المحيط لحل هذا اللغز، بقيت غائبة لمدة طويلة إلى أن قامت بعثتان استكشافيتان في أوائل عام ١٩٩٩م باستطلاع قاع المحيط مقابل للساحل المنكوب بالتسونامي في بابوا غينيا الجديدة، بحثًا عن أي شواهد على حدوث انهيارات أرضية تحت الماء. وقد استكشفت فرقة المسح، وجود منخفض



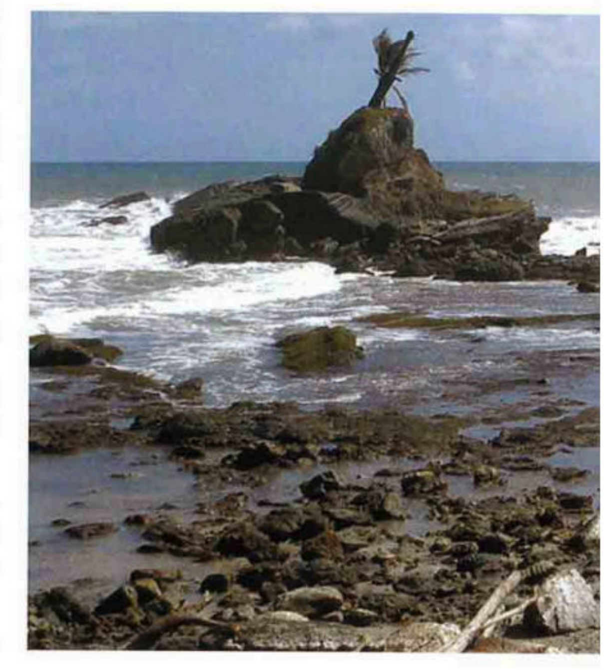
يمكن تقويم الخطر الذي يهدد مناطق ساحلية بالاستناد إلى خرائط الغمر الناجم عن طوفانات تسونامية

صغير، يحتمل أن يكون موقعًا لانهيار أرضي.

وتعد التسوناميات - التي اجتاحت بابوا غينيا الجديدة - الأمواج البحرية الأقوى في العالم. وقد تم توثيقها مع الأحداث التاريخية المرافقة لها في قواعد بيانات ضخمة في المركز الوطني للبيانات الجيوفيزيائية في بولدر (بولاية كولورادو). في المختبر التسونامي بنوفو سيبيرسك (في روسيا). تحدث معظم التسوناميات في المحيط الهادي، وينتج ٨٦٪ منها من زلازل تحت البحر، تضرب حواف المحيط الهادي، حيث تؤدي التصادمات القوية بين الصفائح (البلاطات) التكتونية إلى نشوء نطاقات اندساس سيزمية (زلزالية) متطورة.

فيزياء التسوناميات

من المفيد لفهم ظاهرة التسوناميات التمييز - أولاً - بينها وبين الأمواج المتولدة من الرياح، أو من المد والجزر. فالرياح الخفيفة، التي تهبّ على المحيط، تؤدي إلى تجعد سطحه على شكل أمواج قصيرة، تحرض تيارات مائية تقتصر على الطبقة السطحية الضحلة فالغطاس مثلاً، المزود بأجهزة البقاء تحت سطح الماء، يحتاج إلى الغطس عميقًا بما يكفي، كي يصل إلى المياه الراكدة. كما يمكن للرياح العاصفة القوية أن

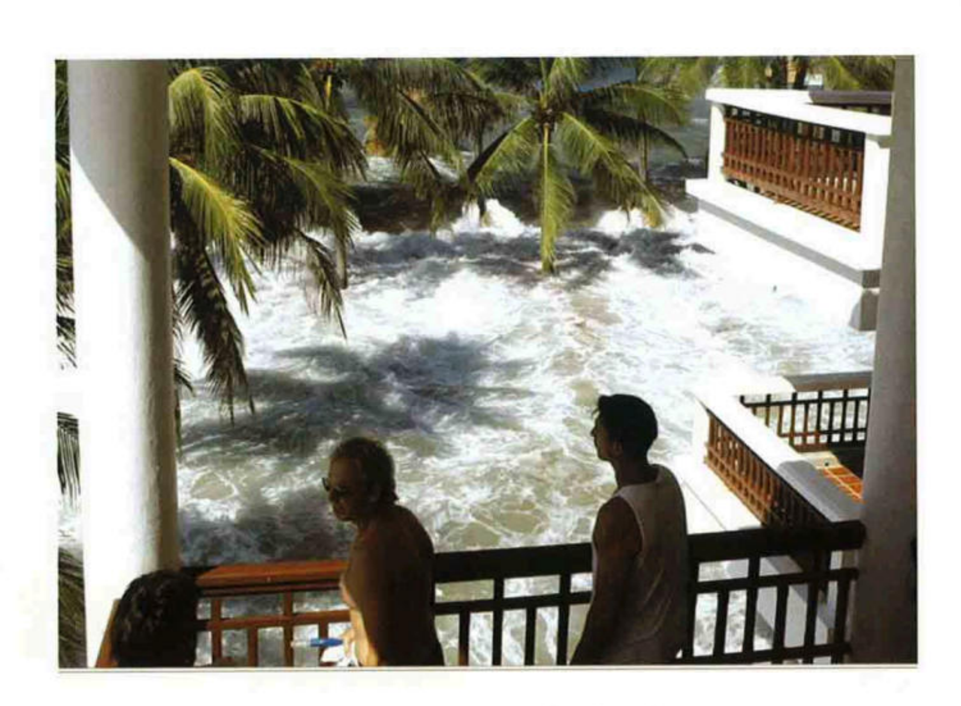


تولد أمواجًا، يصل ارتفاعها إلى ٣٠ مترًا، أو أكثر في عرض المحيط ولكن، حتى هذه الأمواج العالية، ليست قادرة على تحريك المياه العميقة.

أما أمواج المد والجزر، التي تزحف مرتين يوميًا حول الكرة الأرضية، فهي تولد أيضًا تيارات مائية تصل إلى قاع المحيط، تمامًا، كما تفعل التسوناميات، غير أن أمواج التسوناميات، وعلى خلاف أمواج المد والجزر الحقيقية، لا تتولد من قوة الشد الناجمة عن جاذبية القمر، أو الشمس، وإنما تتولد من حركة الدفع، التي يحدثها الزلزال تحت قاع البحار. كما أنها تنشأ، في حالات قليلة، عن ثوران بركان، أو سقوط نيزك، أو حدوث انزلاق أرضي تحت الماء. علمًا أن الأمواج التسونامية تندفع في أعماق المحيطات بسرعة تزيد على ٧٠٠ كيلو متر في الساعة، أي: إن سرعتها تحت الماء تضاهي سرعة طائرة البيونج ٧٤٧ ولكن الأمواج التسونامية هذه، مع سرعتها، لا تشكل خطرًا في المياه العميقة، فالموجة الواحدة منها لا يزيد ارتفاعها عادة على بضعة أمتار، في حين يصل طولها في المياه المفتوحة إلى أكثر من ٧٥٠ كيلو مترًا، وهذا ما يجعل انحدار سطح البحر فيها طفيفًا لدرجة أنها تمر في المياه العميقة عادة من دون أن تثير الانتباه.

تتميز أمواج التسونامي الجبارة بمدى طويل جدًا، فهي قادرة على نقل الطاقة المدمرة من مصدرها في المحيط إلى مسافة تبلغ الآف الكيلومترات.

وهكذا تصبح جزر هاواي، الواقعة في وسط المحيط الهادي، معرضة بدرجة كبيرة للتسوناميات التي تحدث عبر المحيط بكامله. وبالفعل فقد ضرب هاواي ١٢ تسوناميًا مدمرًا منذ عام ١٨٩٥م. قتل في أعنفها ٩٥١ شخصًا في عام ١٩٤٦م؛ بسبب أمواج قاتلة، تولدت في جزر الويسيان بولاية ألاسكا، على بعد ٣٧٠٠ كيلو متر تقريبًا. إن التسوناميات البعيدة المصدر تضرب المناطق الساحلية بشكل مفاجئ، في حين تتسم المحلية منها - مثل تلك التي تسببت في وقوع كارثة بابوا غينيا الجديدة في عام ١٩٩٨م - بالعنف والدمار الشديدين. إذ يقع - حسب تقديرات الباحثين - أكثر من ٩٠ في المئة من إجمالي الوفيات في مدى ٢٠٠ كيلو متر تقريبًا من المصدر، وثمة مثال حدّي لذلك في التسونامي، الذي يعتقد أنه أهلك أكثر من ٣٠٠٠٠ شخص في نطاق ١٢٠ كيلو مترًا من مصدر الانفجار المدمر لبركان كراكاتوا، الذي



الأمواج تغمر الشواطئ واليابسة بشكل مفاجئ

حدث عام ١٨٨٣م في مضايق سوندا بإندونيسيا، وولد أمواجًا عملاقة، ناهز ارتفاعها مبنى مكونًا من ١٢ طابقًا.

وبغض النظر عن منشئها، تمر التسوناميات بثلاث سيرورات فيزيائية متداخلة، ولكنها متميزة تمامًا بعضها من بعض، تتولد بفعل أي قوة تسبب اضطرابًا في عمود مياه البحر، ثم تنتقل هذه الأمواج من المياه العميقة المحيطة بالمصدر إلى المياه الضحلة في المناطق الساحلية، وأخيرًا فإنها تغمر الشواطئ واليابسة. وتعد مرحلة الانتقال أوضحها وأقربها للفهم، في حين تبقى كل من مرحلة توليد الموجة ومرحلة الغمر الأكثر صعوبة للنمذجة عبر المحاكاة الدقيقة أساسية جدًا؛ من أجل التنبؤ بالمواقع، التي ستتعرض لاحقًا للطوفان البعيد المصدر، ومن أجل توجيه خدمات الكوارث، وجهود الإنقاذ لتركيز مواردهما أساسًا في المناطق التي يعتقد أنها تعرضت إلى أشد الأضرار.

تتمثل عملية توليد الموجة بأي اضطراب أو إزاحة في قاع البحر، مثل حركة الصخور على طول صدع، أو فالق، يعيد تشكيل سطح مياه البحر على هيئة أمواج تسونامية، ويفترض واضعو النماذج أن هذه الإزاحة في سطح البحر تطابق تمامًا الإزاحة الحاصلة

في قاع المحيط، غير أن القياسات المباشرة لحركة قاع البحر لم تتوافر قط (وقد لا تتوافر أبدًا)، ويستخدم الباحثون عوضًا عنها نموذجًا نظريًا مثاليًا للزلازل، يفترضون فيه أن الصفائح القشرية، ينزلق بعضها مقابل بعض على طول سطح بسيط بشكل مستطيل في باطن الأرض.

وحتى في ظل هذه الظروف فإن التنبؤ بالارتفاع الأولي للموجة التسونامية يستلزم معرفة ١٠ متغيرات (بارامترات) وصفية على الأقل، تشمل مقدار الانزلاق على كل جانب من جانبي السطح الافتراضي، إضافة إلى طوله وعرضه. ومع الجهود التي يبذلها واضعو النماذج لتوجيه المجموعات المتخصصة بالمسح التسونامي فور حدوث أي زلزال، إلا أن البيانات السيزمية وحدها هي التي تساعد على تحديد اتجاه الصدع (الفالق) Fault المفترض، وموقع الزلزال، وشدته، وعمقه. في حين يتوجب وضع التقديرات المناسبة لجميع المتغيرات الأخرى؛ ونتيجة لذلك، فإن المحاكاة الأولية هذه تسفر - غالبًا - عن تقديرات متواضعة لارتفاع

الأمواج تبدأ صغيرة من قاع البحر ثم تتحول إلى فيضانات مدمرة

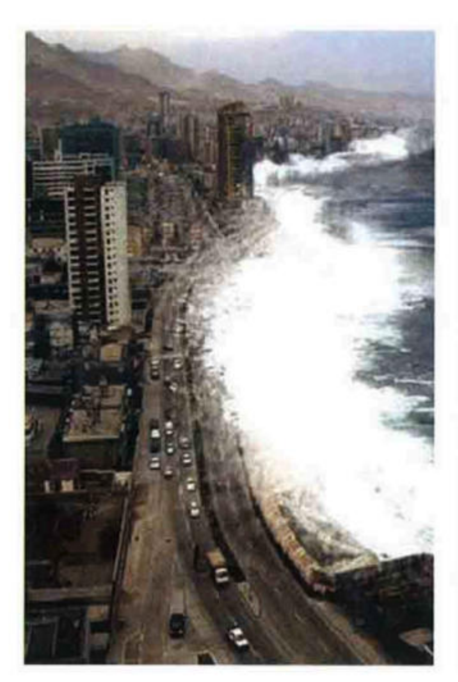


التنبؤ بوجود تسونامي ينقذ الأرواح والممتلكات

الغمرة بالمياه، وتقل عن الواقع بمعامل يراوح بين ٥ و١٠ مرات.

إن تقديرات الغمرة المنخفضة هذه تشير إلى أن تقدير الارتفاع الأولي للموجة التسونامية كان - أيضًا - أقل من الواقع؛ لأن نموذج الصدع ذي السطح الواحد ينشر الطاقة السيزمية على مساحة مبالغ بامتدادها لدرجة كبيرة، إذ لا يمكن لتحليل البيانات السيزمية أن يحدد أنماط توزيع الطاقة بميز أفضل من أقصر الأمواج السيزمية ذاتها، التي يصل طولها إلى عدة مئات من الكيلومترات. غير أن واضعي النماذج يستطيعون بعد مدة طويلة من ضرب التسونامي اليابسة، أن يعلموا بطريقة عكسية مستخدمين سجلات الاجتياح والبيانات الإضافية عن الزلزال المسبب له؛ وذلك لتحسين تقديراتهم لارتفاع الموجة التسونامية الأولية، فمثلاً: تسمح الارتجافات السيزمية، التي تحدث عقب الزلزال الرئيس، وتستمر - أحيانًا - عدة أشهر، وتسمى الهزات اللاحقة Aftershocks بالكشف في نهاية الأمر عن أنماط الطاقة السيزمية، التي تتمركز في مناطق أصغر بكثير من المنطقة الأصلية التي حددها النموذج المفترض، والمبني على أساس صدع وحيد السطح. وهكذا يؤدي تركيز الطاقة السيزمية





المناطق الساحلية تبقى مهددة من التسونامي

في منطقة أصغر إلى ازدياد شدة الحركة الشاقولية لقاع البحر، وبعدها ازدياد الارتفاع الأولي للموجة التسونامية، علمًا بأن عمليات المحاكاة السليمة تحتاج إلى بضعة أشهر من العمل المختبري المكثف، وأن كل عملية محاكاة ناجحة، أي: إذا تطابقت نتائجها مع الكارثة الفعلية، تزيد من مقدرة العلماء على القيام بتنبؤات أفضل في المستقبل.

ترتحل الموجة التسونامية وتنقل معها الطاقة السيزمية بعيدًا عن موقع الزلزال، عبر تموّجات المياه، مثلما تحرك الاهتزازات المرونية الطاقة عبر الأرض الصلبة، وفي البداية يكون ارتفاع الموجة صغيرًا جدًا، مقارنة بطولها وعمق المياه. وهذا يتيح للباحثين استخدام النظرية الموجية الخطية، التي تفترض أن الارتفاع نفسه لا يؤثر في سلوك الموجة.

وتتنبأ هذه النظرية بأنه كلما كانت المياه أكثر عمقًا كانت الموجة أعمق، وأن الانكسار، الذي ينشأ عند النتوءات والأخاديد الموجودة في قاع البحر، يمكن أن يغير اتجاه الموجة، وبخاصة عند ارتحالها إلى داخل المياه الضحلة. كما تنزع الجبهات الموجية، بشكل خاص للارتصاف بموازاة خط الشاطئ، بحيث تحيط بأي رأس أو لسان بري، قبل أن ترتطم به بطاقة بالغة التركيز. وفي الوقت

نفسه، فإن الأمواج المتتالية يجب أن تتباطأ أيضًا، بسبب تناقص عمق الماء، لتبدأ اللحاق بعضها ببعض، وإنقاص المسافات فيما بينها بعملية تسمى التضحل إلى حشد الطاقة وتركيزها في حجم أصغر من المياه، يتولد منها أمواج مرتفعة، وتيارات أسرع.

وربما تكون المرحلة الأخيرة من هذا التطور - وهي مرحلة الذروة والغمرة، حيث يمكن أن يكتسح خلالها تسوماني الشواطئ كموجة متكسرة، أو كحائط من ماء، أو غمر شبيه بموجة المد - أصعب المراحل من حيث النمذجة؛ لأن ارتفاع الموجة فيها يكون قد ازداد لدرجة تصبح معها النظرية الموجبة الخطية غير صالحة لرصف التفاعلات المعقدة بين المياه وخط الشاطئ، حيث يمكن أن تصل الزيادة الرأسية لارتفاع الموجة إلى عشرات الأمتار. في حين يكفي - عادة - أن يصل الارتفاع إلى مترين أو ثلاثة أمتار فقط كي يقع الضرر.

أما الغمر الأفقي فيمكن، إذا لم تعترضه الجروف الساحلية أو التضاريس الحادة، أن يخترق مئات الأمتار نحو الداخل. ويزداد، أو يتناقص أحد النوعين من الغمر المذكورين - سابقًا - حسب الإزاحة النمطية في القشرة الأرضية المرافقة لأي زلزال، يحدث في نطاق الاندساس Subduction Zone، ويؤدي إلى رفع قاع المحيط بعيد الشاطئ، وخفض مستوى الأرض طول الشريط الساحلي، ويؤدي هذا النوع من الإزاحة إلى انتشار الأمواج ذات الجبهة المحدبة باتجاه البحر، والأمواج ذات الجبهة المقعرة باتجاه البر، (وهو السبب في أن البحر يتراجع عن الشاطئ قبل حدوث تسوماني).

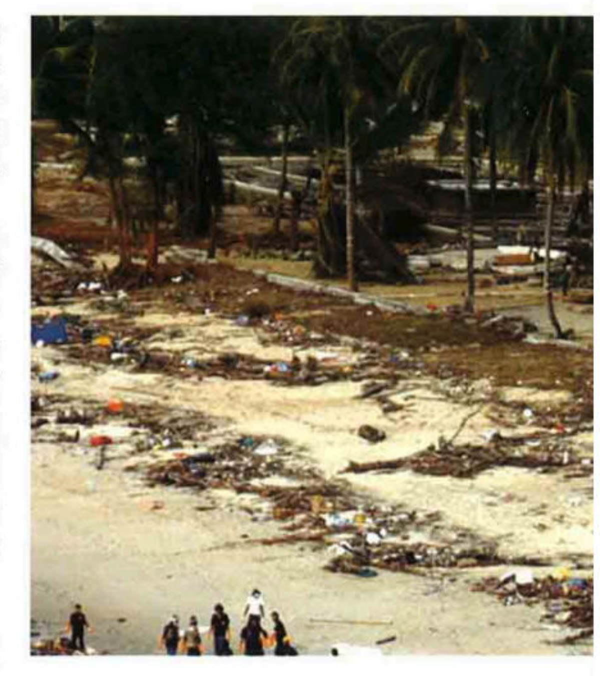
وهذا الانخفاض طوال الشاطئ يؤدي - ليس فقط - إلى توجيه التسوماني نحو اليابسة، بل يؤدي - أيضًا - إلى زيادة حشد الأمواج وإغراق أوسع للمنطقة الشاطئية.



آثار الدمار التي يخلفها التسونامي في المناطق الساحلية

تقويم الأخطار وتوقعات الضرر

إن التنبؤ بمكان تسوماني يسهم في إنقاذ الأرواح والممتلكات بفاعلية كبيرة، إذا توافر لدى سكان المناطق الساحلية الوعي اللازم بالإخطار، والاستجابة السليمة إزاءها إن أكثر من ربع مجموع التسوناميات الموثقة جيدًا في منطقة المحيط الهادي منذ عام ١٨٩٥م، نشأت قرب اليابان. وهذا ليس غريبًا؛ لأن اليابان تقع بالقرب من ملتقى الحواف المتصادمة لأربع صفائح. وإدراكًا من اليابانيين لهذا الخطر المتجدد، وظفوا أموالًا



ضخمة على مر السنين من أجل التخفيف من أخطار التسوناميات، شملت إعداد البرامج التعليمية والتثقيفية، وإنشاء نظام فعال للإنذار المبكر، وزراعة غابات اعتراضية شاطئية، وتشييد مصدات بحرية، وغيرها من التحصينات الشاطئية(١٨).

وفي مساء ١٩٩٣/٧/١٢م؛ تعرضت إجراءات الاستعداد والتأهب هذه لاختبار عنيف؛ إذ ولد زلزال، شدته ٨,٨، وقع في بحر اليابان، تسوناميًا، ضرب أجزاء مختلفة في جزيرة أوكشيري الصغيرة. وبعد الهزة الرئيسة بخمس دقائق، أذاعت وكالة الأرصاد الجوية اليابانية تحذيرًا في التلفزيون والراديو أن تسوناميًا ضخمًا وشيك الوقوع. عندئذ كانت أمواج يراوح ارتفاعها بين ١٠ أمتار و ٢٠ مترًا قد ضربت أقرب الشواطئ إلى مصدر الزلزال، وقتلت عددًا من السكان قبل أن يتمكنوا من الفرار.

وفي أوني (قرية الصيادين الصغيرة الواقعة في شبه جزيرة إلى الجنوب من أوكسيري)، لجأ عدد كبير من السكان البالغ عددهم ١٦٠٠ نسمة إلى المناطق المرتفعة بمجرد أن شعروا بالهزة. وبعد دقائق قليلة دهمت القرية أمواج تسونامية، يراوح ارتفاعها بين ٥ و١٠ أمتار، دمرت المئات من البيوت والمحال التجارية وألقت بها في البحر. وقد بلغ عدد ضحايا هذه الكارثة أكثر من ٢٠٠ قتيل، لكن الاستجابة السريعة أنقذت أعدادًا كبيرة أخرى من الهلاك.

وعلى مدى القرن الماضي، ضرب اليابان ١٥٠ تسوناميًا، أحدثت ١٥٪ منها خسائر في الممتلكات أو الأرواح. ومع ذلك فإن الوضع في اليابان كان أفضل بكثير منه في البلدان الأخرى التي تفتقر، أو تكاد، إلى برامج التوعية الشعبية. فمثلاً: أحدث أكثر من نصف عدد التسوناميات الـ ٣٤، التي ضربت إندونيسيا خلال مئة السنة الماضية خسائر كبيرة في الممتلكات والأرواح. وقد بينت اللقاءات التي أجريت بعد أن ضرب تسونامي جزيرة فلورس عام ١٩٩٢م وقتل أكثر من ١٠٠٠ شخص، أن معظم سكان السواحل لم يكونوا على علم بأن الزلزال يمثل إنذارًا طبيعيًا باحتمال حدوث تسونامي، ولم يحاولوا الفرار إلى الداخل وللأسف كان سكان بابوا غينيا الجديدة غافلين عن ذلك، وهذا الأمر أدى إلى ارتفاع عدد ضحايا كارثة عام ١٩٩٨م، إلى أكثر من المنتظر حدوثه، بعد أن يضرب تسونامي بذلك الحجم. ومن المؤكد أن زلزالاً كبيرًا وقع في عام ١٩٠٧م؛



تنتقل الموجة التسونامية وتنقل معها الطاقة السيزمية عبر تموجات المياه

أدى إلى انخفاض المنطقة التي تعرف اليوم باسم هور سيسانو، غير أن التسونامي الذي نجم عنه كان أصغر بكثير وأقل بكثير من أن يخلف انطباعات لدى سكان ذهبوا - عندما حدث زلزال عام ١٩٩٨م - إلى الساحل، ليتحروا الخلل؛ وبذا لقوا مصيرهم المحتوم.

لقد عرف العلماء كثيرًا من التسوناميات التي وقعت مؤخرًا، غير أن تلك التي حدثت قبل قرون، ما زالت تقدم معلومات قيمة حتى الآن. إذ أورد السماع وصفًا لأكثر من ٢٠٠ تسونامي ضربت الولايات المتحدة، منذ بدء توافر سجلات خطية في ألاسكا، ومنطقة البحر الكاريبي، منذ أوائل القرن الثامن عشر - وفي هاواي والساحل الغربي - منذ أواخره. وكان مجموع الخسائر المادية فيها بحدود نصف بليون دولار، والبشرية بحدود ٤٧٠ قتيلاً، وقعت معظمها في ألاسكا وهاواي. ويعد نطاق الإندساس ألاسكا - الويسيان الخطر المباشر لهذه الولايات والساحل الغربي. كما يشمل تاريخ هذه المنطقة - من حيث التسوناميات الناجمة عن الزلزال - كارثتين دفعتا إلى تأسيس المركزين الوحيدين للتنبؤ بالتسوناميات. ويقدر بنحو ٨٤٪ احتمال حدوث زلزال شدته ٧،٤ أو أكثر من مكان ما من هذه المنطقة قبل عام ٢٠٠٨م.

ثمة تهديد رئيس آخر، لم تكشفه



السجلات المدونة، يلوح مقابل شواطئ واشنطن، واوريكون، وشمال كاليفورنيا، هو نطاق كاسكاديا الاندساسي، وكشفت هيئة المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة وجود رواسب في الرمال والحصى، افترضها منقولة بواسطة تسوناميات، نتجت عن زلزال كاسكاديا، من سواحل ولاية واشنطن إلى المناطق البرية الداخلية. وتؤيد الأحداث الأخيرة هذه النظرية، إذ تميز تسونامي نيكاراكوا بكميات الرمال الكبيرة التي نقلها معه إلى البر، كما تأكد الباحثون من جود رواسب الغمر المماثلة في المواقع، التي غمرتها المياه في فلورس، واوكوشيري، وبابوا غينيا الجديدة، وغيرها.

هناك قطاع واحد - على الأقل - في نطاق كاسكاديا الاندساسي برما يقترب في نهاية دور سيزمية تصل ذروتها بحدوث زلزال وتسونامي مدمرين(١٩).

حيث يعتقد أن الأخطار الزلزالية ستكون قريبة من تلك التي وقعت في جنوب كاليفورنيا (احتمال حدوثها قبل عام ٢٠٤٥م يصل إلى ٣٥٪). وأخيرًا، يعد كل من زلزال رأس مندوسينو، والتسونامي التابع له، تذكيرًا جليًا بأن نطاق كاسكاديا الاندساسي، يمكن أن يسبب طوفانات تسونامية محلية، قد تضرب الساحل في غضون دقائق معدودة.

الاستعداد للكارثة التسونامية

في أعقاب التسونامي المفاجئ الذي ضرب رأس مندوسينو، مولت «الوكالة الاتحادية لإدارة الطوارئ Fema» دراسة لسيناريوهات الزلازل في شمال كاليفورنيا، ومشروع إعداد خرائط للمناطق التي يحتمل أن تغمرها طوفانات تسونامية في يوركا وكرسنت سيتي (كاليفورنيا)، وكانت حصيلة هذه الجهود خريطة «لجميع الأخطار»، وهي أول خريطة من نوعها في الولايات المتحدة، يتم فيها تحديد المناطق المعرضة لخطر الغمر بطوفانات تسونامية، وشدة الاهتزازات الزلزالية، واحتمالات انهيار التربة، والانزلاقات الأرضية.

بعد ذلك عالج الباحثون الآثار المحتملة لوقوع زلزال وطوفان كبيرين في منطقة كاسكاديا الاندساسية، حيث بلغ عدد الساكنين والعاملين في المناطق الساحلية المجاورة نحو ٣٠٠،٠٠٠ شخص، ويعبرها عدد مماثل من السيّاح سنويًا. وحيث يمكن أن تجتاح الأمواج التسونامية المحلية هذه المجتمعات في غضون دقائق من حدوث زلزال

كبير، وبذلك لا تترك الوقت الكافي لإصدار التحذيرات الرسمية. والأدهى من ذلك، أن أي كارثة يتسبب بها طوفان تسونامي في نطاق كاسكاديا، يمكن أن تكبد المنطقة من ١،٢٥ إلى ٦،٢٥ بلايين دولار. وهو تقدير متواضع مقارنة بكارثة أوكشيري عام ١٩٩٣م.

وهكذا فإن الوعي الجيد للتهديد - الذي تشكله منطقة كاسكاديا الاندساسية والكوارث المتعددة الموثقة للطوفانات التسونامية التي وقعت في هذا العقد - عمل على حفز جهد منظم إلى تفحص الأخطار التسونامية، فيتم التركيز في ثلاثة أنشطة مترابطة هي تقويم الخطر المحدق بمناطق ساحلية معينة، وتحسين طرائق الاكتشاف المبكر للطوفانات التسونامية وأخطاره المحتملة، وتوعية المجتمعات المحلية لضمان حسن استجابتها(٢٠).

ويمكن تقويم الخطر الذي يهدد مناطق ساحلية معينة استنادًا إلى خرائط الغمر الناجم عن طوفانات تسونامية محتملة، كتلك التي تم إعدادها باستخدام أحدث وسائل النمذجة الحاسوبية لمنطقتي يوركا وكرسنت سيتي. توفر هذه الخرائط معلومات حيوية للمسؤولين المحليين عن إدارة الطوارئ والمكلفين بتحديد طرق الإجلاء من المنطقة المغمورة.

إن توفير معلومات سريعة ومؤكدة عن احتمال حدوث طوفان تسونامي خطير أمر ضروري للمسؤولين عن تشغيل صفارات الإنذار. ومؤخرًا أدخلت لهذا الغرض تعديلات خاصة على مسجلات المد والجزر الساحلية؛ لجعلها قادرة على رصد التسوناميات.

كما أدخلت تحسينات كبيرة على شبكة رصد الزلازل، ستسمح قريبًا بتقديم تقارير متكاملة وعاجلة عن طبيعة الزلزال. ولكن هذه الأجهزة تعد أساسية لنظام الإنذار، في حين تسجل الأجهزة السيزمية الزلازل، وليس التسوناميات. ومع أن مسجلات المد والجزر ترصد التسوناميات بالقرب من الشواطئ، لكنها لا تستطيع قياس طاقة التسوناميات المرتحلة نحو ساحل بعيد.

ونتيجة لذلك، ومنذ بداية الخمسينيات، كثرت الإنذارات الكاذبة، ووصلت إلى نسبة غير مقبولة بلغت ٧٥٪. علمًا بأن الإنذارات الكاذبة مكلفة، وتقوض صدقية نظام الإنذار، وتعرض المواطنين للخطر في أثناء عملية الإخلاء. وقد أدى إنذار كاذب في ١٩٨٦/٥/٧م إلى إخلاء هونولولو، بلغت تكاليفه أكثر من ٣٠ مليون دولار بوصفها خسائر في الأجور، وفي إيرادات الأعمال التجارية.

ولهذا قام العلماء بتطوير شبكة ست محطات رصد في أعماق المحيطات، ستسمح بتقفي التسوناميات والإبلاغ عنها آنيًا. ويعرف هذا المشروع باسم تقويم التسوناميات في المحيطات العميقة والإبلاغ عنها Dart، وقد أكمل العلماء، حتى الآن، اختبار الأنظمة التجريبية لهذه الشبكة، ويتوقعون أن تصل خلال سنتين إلى مرحلة تشغيل يعول عليها.

تستطيع أجهزة رصد الزلازل سيسمومتر Seismometer، المنتشرة على حواف المحيط الهادي تحديد موقع أي زلزال كبير في ألاسكا في لحظة وقوعه تقريبًا. وفي اللحظة التالية، يمكن لبرامج حاسوبية مجمعة أن تتنبأ بالمدة الزمنية اللازمة لوصول تسونامي انطلق باتجاه هاواي، حتى قبل أن تتجمع الأدلة على وجود موجة. وبعد بضع دقائق قد يمكن لأجهزة رصد المد والجزر، الموزعة على طول السواحل، أن تكشف تسوناميًا، غير أن الوسيلة الوحيدة للتأكد من أن موجة خطيرة تتجه نحو أحد السواحل البعيدة، هي وضع مكاشيف التسونامي في طريقها، وتتبع



مدينة أتشيا الأندونيسية تعرضت لتدمير كامل

مسارها في عرض المحيط.

عمل الباحثون على تطوير هذه الأجهزة في مختبر البيئة البحرية للمحيط الهادي، ويستطيع مكشاف الضغط المزروع في قاع المحيط تسجيل الزيادة في الضغط الناجمة عن المياه فوقه، وذلك عند وصول جبهة الموجة التسونامي، وهذه الأجهزة حساسة جدًا (إذ تستطيع، وهي على عمق ٦٠٠٠ متر تحت سطح البحر، أن تكشف أمواجًا لا يزيد ارتفاعها على سنتيمتر واحد)، أما الأمواج الناجمة عن السفن والأعاصير فلا يتم تسجيلها بسبب قصرها؛ ولأن تغيرات الضغط التابعة لها - كما هي الحال بالنسبة إلى التيارات - لا تنتقل مباشرة إلى قاع المحيط. وهكذا قاموا بوضع المسجلات الأولى في قاع المحيط الهادي الشمالي عام ١٩٨٦م، ومنذ ذلك التاريخ، نستفيد منها في تسجيل التسوناميات التي تحدث. ولكن لا يمكن الوصول إلى هذه التسجيلات إلا بعد استرجاع المكشاف.

وعندما تكشف أجهزة التسجيل وجود تسونامي، فإن الوضع الأمثل هو استخدام وسائل صوتية لبث البيانات إلى منصة عائمة على سطح البحر بحجم السيارة، لتقوم بدورها بترحيل البيانات عبر السواتل إلى محطة أرضية.

وقد أثبتت نظم المنصات العائمة على سطح البحر، وتقانة الاتصالات عبر السواتل، ومسجلات الضغط المزروعة في قاع المحيط، أثبتت جدواها وفاعليتها عبر اختبارها في كثير من المحطات المنتشرة في المحيطات العميقة، شملت صفيفًا Arrayمكونًا من ٧٠ منصة مناخية عائمة مزروعة في البحر على طول خط الاستواء، ومخصصة أصلاً لمتابعة مسار النينو El Nino، تلك الظاهرة المحيطية (الأوقيانوكرافية) المعروفة بتأثيرها في المناخ العالمي، في حين تركز التحدي في تطوير نظام صوتي فعال لبث البيانات.

وخلال السنوات الثلاث الماضية، تم نشر أربعة نظم Dart من الجيل الأول لتقويم التسوناميات في المحيطات العميقة والإبلاغ عنها، عملت مدة من الزمن، ثم تعطلت. ولكن التحسينات الجديدة على تصميم الجيل الثاني من هذه النظم، أدت إلى زيادة جودة الاتصال بين أجهزة التسجيل الموجودة عند قاع المحيط والمنصات العائمة الموجودة على سطح البحر.

يخطط الباحثون لإنشاء خمس محطات تغطي شمال المحيط الهادي، من غرب الويسيان إلى أوريكون، ومحطة سادسة على خط الاستواء؛ لاعتراض التسوناميات التي تتولد بعيد شواطئ أمريكا الجنوبية. وسيقلل زرع المزيد من المنصات العائمة من احتمال مرور أمواج تسونامية بينها، من دون أن تتمكن من رصدها.

ومهما بلغت وثوقية نظم الإنذار، فإنها تبقى غير فعالة، ما لم يستجب لها المواطنون بالشكل المناسب. وهذا ما يجعل توعية المجتمعات المحلية العنصر الأهم من بين العناصر الثلاثة، التي يتألف منها أي برنامج وطني لتخفيف الأخطار التسونامية. ولهذا تقوم كل منطقة بتسمية منسقين، يتولون تزويد مديري البرامج المحلية بالمعلومات

المراجع والهوامش:

١- F. . أكونزاليس، ترجمة: تيسير الشامي وفارس شقيه «تسونامي» مجلة العلوم، مج ٥١ - العددان ٨و٩ أغسطس/ سبتمبر ١٩٩٩م، ص ٤:٣١، كمالة، ص ,٩٢.

United States Tsunamis (Including United States Possessions): 1690- 1988. James F. Lander and Pateicia A. lockridge, Noaa, National Geophysical Data Center, pUblication 41-42, 1989.

The Cape Mendocino Tsunami, F.I. Ganzalez and E. N. Bernard in Earthquakes and Volcanoes, vol. 23, No 3, pages 135- 138; 1992.

٢- في تعرف الزلازل بشكل متخصص، راجع د. شاهر جمال آغا، الزلازل - حقيقتها وآثارها، عالم المعرفة ربيع الأول ١٤١٦هـ - أغسطس/آب ١٩٩٥م، العدد ٢٠٠ ... انظر: الذي سبب زلزال أزميت في تركيا، مجلة عالم الذرة، ع ٦٦- سي ١٥- (آذار- نيسان) ٢٠٠٠م، ص ٣٩ و٤٠.. وقد انتهت هذه الدراسة إلى أن الدفع الأساسي الذي أدى إلى الزلزال هو تصادم الصفيحتين التكتونيتين اللتين تحملان شبه الجزيرة العربية؟. ولتعرف تخصصًا موثوقًا في شان أحزمة الزلازل وأسبابها في هذه المناطق خصيصى، أحيل إلى أحدث دراسة حول «نظرية الصفائح التكتونية» ل: د. عادل رمضان مصطفى، مجلة عالم الفكر، ع٢، مج ٢٩، أكتوبر/ ديسمبر ٢٠٠٠م، ث ١٤٥ - ١٦٦ انظر أيضًا:

Condie, K. C. 1989, Plate Tectonics and Crustal Evolution, 3 edition Press, - Oxford, 476p - windley, B. F. 1995, The Evolving Continents, 3rd Editoon: John Wiley and Sons, New Yourk, 529p.

ولقد تفردت مجلة الإعجاز العلمي بالربط بين ظاهرتي الزلازل والبراكين، وانظر الدراسة القيمة التي عرضها د. أحمد حشاد، العدد الثاني، جمادى الأولى ١٤١٧هـ، سبتمبر ١٩٩٦م، ص ٥٢- ٥٥، تابع المجلة كذلك، دراسة أ. د عبدالله العمري (المشرف العام على مركز الزلازل بالرياض)، الزلازل - أسبابها وأماكن تواجدها ع٧، جمادى الأولى ٢١٤١هـ، ص ١٨- ٢١، في البراكين على نحو خاص، راجع إلى: البراكين، مقال ترجمته مجلة عالم الذرة في عددها ٧١، كانون الثاني، شباط ٢٠٠١م، ترجمة عن الأصل: La Recherche, No.329 mars 2000. انظر أيضًا: مجلة العلم زلازل براكين أعاصير تهدد حياة الإنسان، ع ٢٢٦، نوفمبر ١٩٩٨م، البراكين فوائدها كثيرة، ع ٢٩٤، مارس ٢٠٠١م.

٣- كونزاليس، المرجع السابق، ص ٤، وقد ذكر ذلك أيضًا د. شاهر جمال آغا، المرجع السابق، ص ١٦٣ انظر: جوكوف، الجيولوجيا العامة، ١٩٧٣م.

٤- رياض الدراوشة وآخرون، زلزال بيروت في ٩ تموز عام ٥٥١م، منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط، مجلة عالم الذرة، ع ٧٦، س١٦، تشرين



والتوجيهات اللازمة في أثناء الكوارث التسونامية. كذلك يعد التنسيق بين المناطق مهمًا جدًا من أجل السلامة العامة.

يتفق الباحثون في التسوناميات، وكذلك المسؤولون عن الاستجابة لها في حالات الطوارئ، على أن لا مفر من وقوع تسوناميات مدمرة في المستقبل، وعلى أن التقانة وحدها لا يمكن أن تنقذ حياة الناس، وتدعو الضرورة أن يكون سكان السواحل قادرين على التعرف إلى المؤشرات التسونامية المحتملة - مثل اهتزاز الأرض بشدة ولفترة طويلة - وأن يدركوا ضرورة اللجوء فورًا إلى الأماكن المرتفعة. وتحتاج المجتمعات الساحلية إلى خرائط جاهزة سلفًا تبين المناطق التي يرجح أن تغمرها المياه كي يتمكنوا من تحديد الطرق التي سيسلكونها في أثناء عمليات الإجلاء.

الثاني - كانون الأول ٢٠٠١م، ص ٨٣، ٨٩، وقد نشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Journal of Earthquake Engineering, 5June, 2000.

٥- ذكر هذا الزلزال في سجلات القرن المنصرم، انظر - على سبيل المثال - ما أشير إليه في هذه المصادر الآتية:

Usgs- Unesco, 1993,"Cooperative Program for — Reducing Earthquake Losses in the EMR," Cairo. Oct. 16-21,p21.

- Ben- Menahem, A. 1979, Earthquake Catalogue for the Middle East, Boll. Geofis. Teor. Appl. 21, 245- 313.

ولمزيد من الدراسات التخصصية في الزلازل التاريخية، انظر:

International Atomic Energy Agency 1987 — "Methodology and Procedures for Compilation of Historical Earthquake Data," IAEA- TECDOC- 434, Vienna.

- Areappraisal, j. Earthq. Engrg. 1(4), 603- 633.

٦- والتي جاءت بصفة خاصة في مرجع:

Theophanes, Chronographia, ed. C.De Boor, 1, Leipzig 1883.

7- Malalas, john of Ephesus, Agathias, Antoninum, De Fragmentis Historicis Tuscolanis, Chronicon Pseudo Dionisyanum.

8- Malalas, Antoninums, De Fragmentis Historicis Tuscolanis, Chronicon Pseudo -Dionisyanum.

9- Malalas, De Fragmentis Historicis Tuscolanis, Chronicon Pseudo - Dionisyanum.

10-Malalas Antoninus, De Fragmentis Historicis Tuscolanis, Chroni con Pseudo - Dionisyanum.

11- Malalas, De Fragmentis Historicis Tuscolanis.

12- Malalas, De Fragmentis Historicis Tuscolanis, Chronicon Pseudo - Dionisyanum.

13- John of Ephesus, Jonnis Ephesini Episcope Commentarii de Beatis Orientalibus et Historiae Ecclesiaticae Framenta, Tran. W. J. Van Douwen and J. P. N. Land. Amsterdam, 1889.

١٤- الزلازل، د. شاهر جمال آغا، المرجع السابق، ص ١٦٥.

١٥- يعد مقياس ريختر من أهم الأجهزة المستخدمة لقياس قوة الزلازل، وقد قام باختراعه الألماني تشارلز ريختر عام ١٩٣٥م، وتقوم نظريته على أن شدة الزلزال تتناسب مع الذبذبة العظمى للزلازل، والجهاز مكون من إبراة حساسة.

سرطان الجلد.. المشكلة والحل

حذيفة أحمد الخراط*



يعد سرطان الجلد - في الوقت الراهن - أكثر أنواع السرطان التي تصيب جسم الإنسان، وتسجل الإحصاءات الحديثة أن أكثر من مليونين وسبعمئة وخمسين ألف حالة جديدة من هذا المرض يتم تسجيلها سنويًا في مناطق العالم الجغرافية المختلفة، وأن ما يقرب من مليون حالة من هذه الحالات تحدث في الولايات المتحدة فقط، وهذا يعكس ضخامة عدد الحالات المصابة، وكبر حجم هذه المشكلة.

وقبل أن نخوض في الحديث حول هذا السرطان، يجدر بنا الإحاطة ببعض المعلومات عن التركيبة التشريحية لجلد الإنسان، الذي يكون مسرحًا لحدوث مثل هذا النوع من السرطان، حيث يتكون جلد الإنسان من طبقتين تشريحيتين، تعرف الظاهرة منها بالبشرة Epidermis، التي يبلغ متوسط سمكها ٠.١ مليمتر، وعلى الرغم من

* طبيب واختصاصي جراحة من سورية.



هذا السمك المتناهي في الدقة، إلا أن هذه البشرة تتكون من خمس طبقات تشريحية، ويلاحظ هذا بفحص هذه الطبقة باستخدام مجهر إلكتروني قوي، وتقع الطبقة الأخرى للجلد أسفل من البشرة، وتعرف بالأَدَمَة Dermis، ويرواح سمكها بين ٠،٦ و٣ مليمترات، وهذه بدورها تتكون من طبقتين، وبفحص الجلد مجهريًا، نلاحظ أن لكل طبقة من طبقاته المختلفة، خلاياها المكونة لها، وقد تتشابه بعض هذه الخلايا، بحيث توجد في أكثر من طبقة، وما يهمنا بشأن هذه الخلايا، أن سرطان الجلد، ينشأ من إحدى الخلايا المكونة لطبقاته، وهذا ما سنراه في معرض الحديث عن أنواع سرطان الجلد.

وللجلد الطبيعي بعض الملحقات التي تتبعه Skin Appendages، وهذه تضم الأظفار، والشعر، وغدد العرق، والغدد الدهنية، وأوعية الدم، وبعض العضلات،

ولكل من هذه الملحقات وظيفته الخاصة به.

ما أسباب سرطان الجلد؟

لا شك أن أسباب إصابة الجسم بالسرطان (سواء سرطان الجلد أو غيره) لا تزال مجهولة بعض الشيء، ولا تزال خطوات العلم بطيئة في سبر أغوار هذا الداء المجهول، إلا أنه في الآونة الأخيرة، بدأت الرؤية تتضح، وظهر ما يعرف بالعوامل المؤهبة لحدوث السرطان ،ويقصد بها العوامل التي قد تصيب الجسم بالمرض، وتعزز احتمال إصابته بها، إلا أن هذه العوامل ليست حتمًا على الجميع، بل إنها قد تؤثر في شخص دون آخر، ولا يزال سبب هذا غير معروف حتى الآن، وما يهمنا هنا معرفة العوامل المؤهبة لحدوث سرطان الجلد، ومن أهمها:

● التعرض الزائد لأشعة الشمس

وهو أكثر مسبب مباشر لسرطان الجلد، والعنصر المهم في أشعة الشمس، الذي يسبب الضرر للجلد هو الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Irradiation، وهي جزء من الأشعة التي تنبعث من الشمس، ولها مقدرة كبيرة على اختراق الجلد، وبذلك تحدث بعض التخريب في خلاياه، وهذا قد يقود لاحقًا إلى ظهور السرطان. ومما يجدر بنا ذكره هنا أن الأشخاص ذوي الشعر الأشقر، والعيون ذات اللون الفاتح، أكثر عرضة لتلقي كميات أكبر من الأشعة فوق البنفسجية، ومن ثم تزيد نسبة احتمال إصابتهم بالمرض، وهذا يفسر سبب قلة الأعداد المصابة في المجتمعات الإفريقية، التي يمتاز بنوها بلون بشرة أدكن. ويزيد خطر الإصابة بالسرطان بزيادة ساعات التعرض لأشعة الشمس، فمهن المزارعين والبحارة وعمال البناء مثلاً، تتطلب منهم وقوفًا طويلاً تحت أشعة الشمس، وهذا يزيد نسبة حدوث المرض.

لم يعرف العلم الحديث - حتى الآن - الطريقة التي تخرب بها الأشعة فوق البنفسجية خلايا الجلد، وتسبب إصابتها بالسرطان، إلا أن هناك بعض المقترحات، منها: أن هذه الأشعة تعمل على تخريب الحمض النووي D. N. A داخل خلايا الجلد، كما أنها تعطل نشاط جهاز المناعة في الجسم، وهذا ما يؤدي إلى ظهور الخلايا السرطانية.

ويظهر على الساحة هنا سؤال مهم، وهو: لماذا كثرت في السنوات الأخيرة أعداد المصابين بسرطان الجلد؟ وهل لأشعة الشمس علاقة بذلك؟، والجواب: نعم، فإن أصابع الاتهام تتجه إلى التطور الكبير الذي شهدته الصناعة العالمية في الآونة الأخيرة، والذي كان له تأثير سلبي في صحة البيئة، وهذا ما أدى إلى ظهور كثير من المشكلات البيئية، وما يهمنا هنا التأثير السلبي لهذه الصناعات في طبقة الأوزون، وهي طبقة تعمل على حماية كوكب الأرض من تأثير الإشعاعات الشمسية الضارة، وقد تضررت هذه الطبقة بتأثير بعض الصناعات الحديثة، وهذا ما أدى إلى إحداث - ما عرف لاحقًا - بثقب الأوزون، وهذا الأمر أدى بدوره إلى السماح بكمية أكبر من أشعة الشمس بالوصول إلى كوكب الأرض.

● التعرض المستمر للأشعة المتأينة

قد يؤدي التعرض المستمر للأشعة المتأينة (Ionizing Radiation - أشعة إكس - Xray، إشعاعات مادة الراديوم، الإشعاعات الطبيعية، أو الصناعية من المواد المشعة النشطة) - إلى إصابة الجلد بالسرطان، وأكثر الأسباب المفسرة لذلك إقناعًا من الناحية الطبية، أن هذه الأشعة تؤدي إلى ما

يعرف بالتهاب الجلد الإشعاعي Radiation Dermatitis، وهذا الالتهاب يتطور بدوره إلى سرطان مع مرور الزمن، إلا أن هذا يستغرق زمناً طويلاً يصل إلى خمس وعشرين سنة.

● التأثيرات الجانبية لبعض المواد الكيماوية

لبعض المواد الكيماوية تأثيرات سلبية في صحة الإنسان بصورة عامة، وفي الجلد بصورة أدق، ولا سيما تعرضه للإصابة بالسرطان، ومن أشهر الكيماويات المتهمة في إحداث هذا التأثير: الهيدروكربونات الحلقية Polycyclic Aromatic Hydrocarbons، وهي مواد موجودة في الفحم، والأسفلت، وشموع مادة البرافين، وفي بعض زيوت التشحيم والصناعات. والمادة الأخرى في هذا المجال: الزرنيخ Arsenic، وكانت هذه المادة تدخل في السابق في تركيب بعض الأدوية، كما أن المياه الجوفية قد تتلوث بها، وتدخل كذلك في بعض الصناعات كصهر المعادن وتنقيتها، وما يهمنا أن تعرض الجلد للزرنيخ يعد من العوامل التي تسبب إصابته بالسرطان.



التعرض للأشعة المتأينة بسبب سرطان الجلد

● تقرحات الجلد المزمنة

قد يصاب جلد الإنسان في بعض الأحوال ببعض التقرحات المزمنة؛ نتيجة الإصابة بحرق عميق، أو الإصابة بمرض الدوالي، وهناك دراسات ترى أن هذه القروح قد تتحول إلى سرطان جلدي، إلا أن هذا إن حدث فإنه يحتاج إلى مدة زمنية طويلة.

● العوامل المناعية

من المعروف أن جهاز المناعة في الإنسان يقوم على حمايته من الوقوع فريسة لكثير من الأمراض، وهذا الجهاز يعمل كمصيدة تمنع البكتيريا من غزو الجسم، وإحداث الضرر به، ومن مهامه الأخرى أنه يقلل من الهجوم الكاسح لخلايا السرطان،

وهذا يعيق انتشارها في الجسم وتكاثرها، ولذلك فإن حدوث خلل مناعي في هذا الجهاز، يؤدي إلى زيادة احتمال الإصابة بأمراض السرطان المختلفة، ومنها سرطان الجلد. ومن أهم أسباب ضعف مناعة الجسم: الإصابة بمرض نقص المناعة المكتسب (الإيدز)، وزراعة الأعضاء في الجسم، وتناول الأدوية المضعفة للمناعة.

● الأمراض الوراثية

يتصاحب حدوث سرطان الجلد مع عدد من الأمراض الوراثية، وهذا قد يشجع على قبول نظرية أن هذه الأمراض سبب من أسباب سرطان الجلد. ومن تلك الأمراض: المهق Albinism، وهو مرض جلدي يتصف بلون فاتح للبشرة والشعر، مع شدة الحساسية لأشعة الشمس، ومنها مرض جفاف الجلد Xeroderma Pigmentosum، وهو مرض جلدي آخر يساعد على إصابة الجلد بالسرطان.

● النمط الشخصي والعرق

يقصد بالنمط الشخصي والعرق: وجود عوامل معينة في تركيبة الجسم الداخلية، وهذه العوامل قد تكون سببًا في إصابته بأمراض معينة، والذي يخص سرطان الجلد من تلك العوامل أن بعض الأعراق تصاب بسرطان الجلد بنسب تفوق أعراقًا أخرى، ولا يعرف السر في ذلك، إلا أن التفسير المنطقي هنا يقول: إن لكل عرق تركيبته الخاصة به، ونمطًا تنظيميًا معينًا للجسم، وهذا ما يجعل عرقًا ما عرضة لمرض معين بنسبة أكبر، ومن الشعوب التي تكثر فيها أعداد المصابين بسرطان الجلد: سكان دول أيرلندا، واسكوتلندا، ومقاطعة ويلز.

● الأمراض التي تسبق حدوث السرطان

يكثر استخدام مصطلح (حالة ما قبل السرطان) Precancerous Condition، من قبل العلماء المتخصصين في علاج داء السرطان، ويقصد بهذا المصطلح الإصابة بمرض ما يتطور بمرور الزمن، ويتحول إلى سرطان في حال تأخر تشخيصه وعلاجه. وهناك بعض الأمراض التي تعرف بأنها حالات مرضية لما قبل سرطان الجلد، ومن أكثرها حدوثًا مرض التقرن الشمسي Solar Keratosis، وهو مرض يصيب الجلد، ويمتاز بظهور قشور متفرقة على سطح الجلد، وأكثر سبب لحدوث هذا المرض، هو التعرض الزائد لأشعة الشمس، وهذا يؤدي إلى حدوث تفاعلات التهابية في جلد المصاب، لا سيما في طبقات بشرة الجلد، وتبلغ نسبة الحالات التي تتحول من هذا المرض إلى سرطان في الجلد ١ : ١٠٠٠ ،



هناك عوامل معينة في تركيبة الجسم قد تكون سببًا في اصابته بسرطان الجلد







يرى الأطباء أن تقرحات الجلد المزمنة قد تتحول إلى سرطان جلدي

ما أنواع سرطان الجلد؟

يمكننا تقسيم سرطان الجلد إلى الأنواع الآتية:

- سرطان الميلانوما

ينشأ سرطان الميلانوما Melanoma، من الخلايا المصنعة لصبغة الميلانين في طبقة أدمة الجلد، وهو سرطان شديد الخباثة، وله مقدرة كبيرة على الانتشار وغزو أنسجة الجلد بصورة سريعة، ويرجع المسبب الرئيس للميلانوما إلى تعريض الجلد باستمرار إلى التأثيرات الضارة للأشعة فوق البنفسجية التي سبق الحديث عنها، ولهذا المرض أنماط مرضية متعددة فقد يظهر بصورة طفح جلدي ينتشر فوق مساحات كبيرة من الجلد، وقد يظهر بصورة عقيدات صغيرة Nodules، ذات لون أسود مميز، وسرعان ما ينتشر الداء ليصيب أعضاء أخرى في الجسم، كالعقدة الليمفاوية، والرئة، والكبد، والعظام، وهذا قد يهدد حياة المريض.

- سرطان الخلايا القاعدية

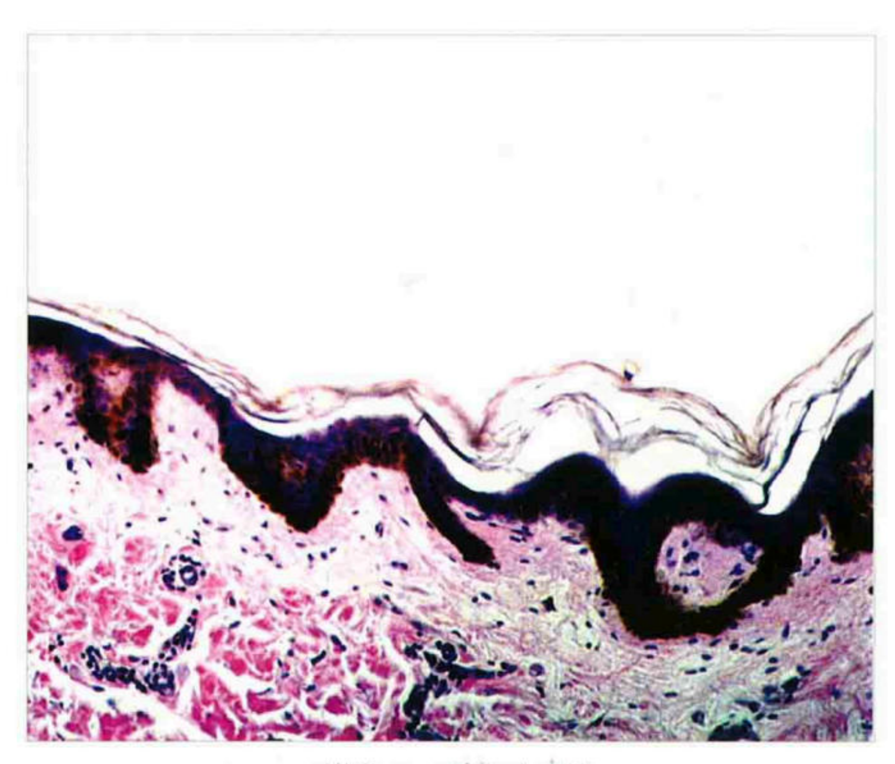
يعد سرطان الخلايا القاعدية Basal Cell Carcinoma، أكثر مرض سرطاني يحدث في جلد الإنسان، وتوضح الإحصاءات الحديثة أن هذا السرطان أكثر سرطان يصيب جسم الإنسان على الإطلاق، ولا تزال أعداد المصابين به حول العالم في تزايد مستمر، ومسببه الأول - شأنه في ذلك شأن باقي أنواع سرطان الجلد - التعرض للأشعة فوق البنفسجية، وينشأ

ينشأ سرطان الخلايا القاعدية من خلايا بشرة الجلد

هذا السرطان من خلايا في بشرة الجلد، تعرف بالخلايا القاعدية .Basal Cells وقد ينشأ من الخلايا المكونة لبصلات الشعر، أو من خلايا الغدد الدهنية، وأكثر مناطق الجسم إصابة بهذا السرطان: الوجه، وخصوصًا الأنف، وحول العينين، ويبدأ المرض عادة بصورة بثرة صغيرة، سرعان ما تتقرح لتفرز بعض المفرزات المخلوطة بالدم، وما يميز هذا الداء أن معدل نموه بطيء جدًا، وأنه من النادر أن ينتشر في أجزاء أخرى من الجسم.

● سرطان الخلايا التوسفية

ينشأ سرطان الخلايا التوسّفية Squamous Cell Carcinoma، من خلايا في بشرة الجلد تعرف بالخلايا القرنية Keratinocytes، ويمتاز هذا السرطان بنمو وانتشار سريعين (بعكس سرطان الخلايا القاعدية)، وفي الأغلب ينتشر الداء ليصل إلى الرئة، والعظام، والدماغ. تظهر معظم الحالات في أماكن الجسم التي تتعرض بكثرة لأشعة الشمس، وخصوصًا الوجه، والرقبة، والظهر، والكفين، وهنا تظهر الآفات بصورة



هناك أسباب وراثية تسبب سرطان الجلد

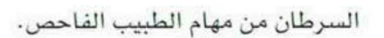
عقيدات حمراء منتشرة على الجلد المصاب، وتبرز عادة حواف هذه العقيدات إلى الأعلى، وقد تتقرح، وهنا فإن هذا التقرح يدل على الإصابة بسرطان شديد الخباثة.

أنواع أخرى من سرطان الجلد نادرة الحدوث

تحدث بعض أنواع سرطان الجلد بنسب أقل من الأنواع السابقة، ومن هذه الأنواع: سرطان الأوعية الدموية للجلد، حيث يوجد في جلد الإنسان شبكة من الأوعية الدموية تعمل على إمداده بعناصر الغذاء والأوكسجين، وقد تصاب هذه الأوعية بسرطان يؤدي إلى تظاهرات جلدية مرضية تميز السرطان.

ومن الأنواع النادرة الأخرى: سرطان الجلد ذو المنشأ الليمفاوي Lympho- Reticular Origin، وسرطان ملحقات الجلد، وهذا قد يصيب الغدد العرقية، أو الغدد الدهنية، أو خلايا بصيلات الشعر، إلا أن جميع هذه الأورام السرطانية - وإن اختلف مصدرها - تظهر على جلد المصاب بصورة متشابهة عادة، ويبقى التشخيص النهائي لتحديد نوع





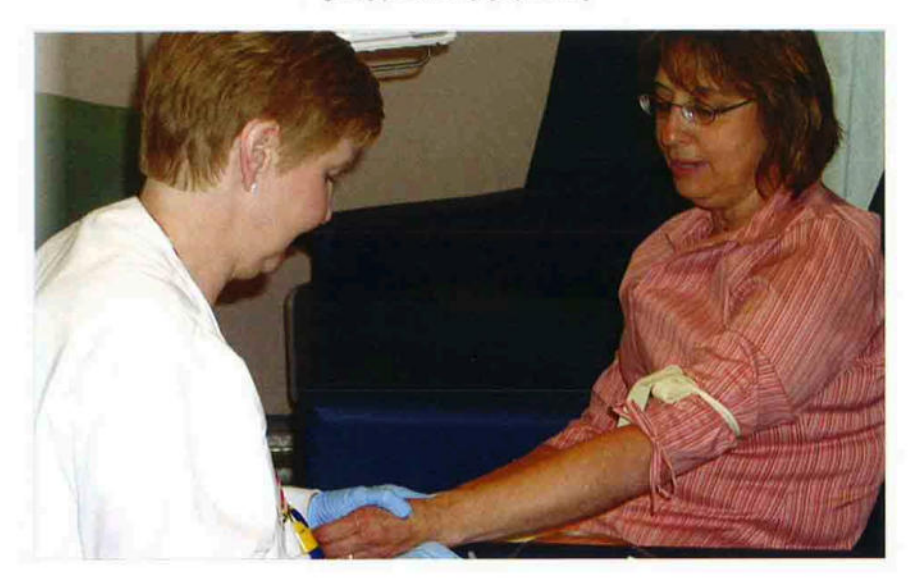


السرطان من مهام الطبيب الفاحص.

كيف نشخص الإصابة بسرطان الجلد؟

هناك بعض الأسئلة التي يجب الإجابة عنها في حال اشتباه مريض ما بإصابته بسرطان في الجلد، ففي بداية الأمر يجب معرفة عمر المريض؛ لأن سرطان الجلد (مثل غيره من أنواع السرطان) يكثر حدوثه لدى كبار السن مقارنة بالصغار، ويجب كذلك معرفة مهنة المريض، فقد سبق لنا معرفة علاقة بعض المهن بسرطان الجلد، وخصوصًا التي تتطلب عملاً تحت أشعة الشمس لأوقات طويلة، والخطوة التالية، إجراء الكشف الطبي على المريض، وذلك بالتأمل الدقيق للأعراض الجلدية التي يشكو منها، وقد عرفنا أن سرطان الجلد يظهر بأعراض معينة مميزة له، ثم تأتي

يحدث سرطان الجلد عادة لكبار السن





سرطان الميلانوما من أخطر سرطان الجلد وله مقدرة على الانتشار ويغزو أنسجة الجلد بشكل سريع

مرحلة تأكيد التشخيص، وأهم وسيلة لتأكيد تشخيص الإصابة بسرطان الجلد أخذ عينة من مكان الإصابة، وفحصها مجهريًا؛ لأن للخلايا السرطانية مظهرًا يميزها تحت المجهر عن الخلايا الطبيعية، ويمكن بهذه العينة تحديد نوع السرطان، ومعرفة الخلايا التي نشأ عنها.

علاج سرطان الجلد

بعد التأكّد من إصابة المريض بسرطان الجلد، ينبغي المسارعة إلى وضع خطة علاجية تضمن له - بإذن الله - منع المرض من الانتشار، وبذلك تحد من مخاطره ومضاعفاته، وكما هو الأمر مع باقي أنواع السرطان، فإن لسرطان الجلد كثيرًا من وسائل العلاج، التي تقضي على الخلايا السرطانية، وتوقف هجومها الكاسح، ويمكننا تقسيم طرائق العلاج إلى طرائق جراحية وأخرى غير جراحية، وسوف نتناول كل طريقة من هذه الطرائق على حدة.

أولاً: العلاج الجراحي لسرطان الجلد

هنا يمكن استخدام ثلاث وسائل تعتمد - بشكل رئيس - على التدخل الجراحي من قبل الطبيب المتخصص، وتضم هذه الوسائل كلاً من:

● استئصال الورم جراحيًا

يعد الاستئصال الجراحي لآفات سرطان الجلد أكثر الوسائل استعمالاً، وكفاءة في العلاج، وهنا يتم استئصال الجزء الظاهر من السرطان، ولضمان مزيد من الدقة،



استئصال الورم علاجياً أكثر الوسائل علاجاً لسرطان الجلد

يتحتم أن تزال بعض الأجزاء من الجلد السليم الذي يحيط بالسرطان؛ وذلك لأنه من المحتمل أن تكون الخلايا السرطانية قد انتشرت في تلك الخلايا السليمة، من دون أن يحدث بالأخير تغيرات ظاهرية، وتسمى هذه الخطوة بالاستئصال حتى الوصول إلى الحافة الآمنة للورم Safety Margins، وهذه تراوح بين عدة ملليمترات وعدة سنتيمترات، وذلك بناء على نوع السرطان.

● طريقة موهس لعلاج سرطان الجلد جراحيًا

اشتقت طريقة موهس الجراحية من اسم مبتكرها الدكتور فريدريك موهس Fredric E. Mohs، الذي عمل في مستشفى ويسكونسون Wisconsin في عام ١٩٣٦م، وقد بدأت الفكرة حين لاحظ موهس أن حقن مادة معينة تعرف بكلوريد الزنك Zinc Chloride، في مكان سرطان الجلد يؤدي إلى تثبيت الخلايا السرطانية، والحد من انتشارها في الأنسجة القريبة المجاورة، ثم قام موهس بعد هذه العلمية بإزالة هذه الخلايا التي تم تثبيتها، حتى يصل إلى مستوى تختفي فيه الخلايا السرطانية لتحل محلها خلايا الجلد الطبيعية، وتطورت طريقة موهس مع مرور السنين، وأجريت عليها بعض التعديلات، إلا أنها بقيت تنسب حتى الآن إلى اسم مبتكرها.

● طريقة الكحت الجراحي

يقصد بالكحت الجراحي Curettage، استخدام أداة جراحية معينة، تقوم بكحت الجزء الظاهر من سرطان الجلد، وبذلك يتم التخلص من خلاياه المرضية، والوصول إلى

الخلايا السليمة.

ثانيًا: طرائق المعالجة الأخرى لسرطان الجلد

هناك بعض الطرائق غير الجراحية التي يمكن بها معالجة سرطان الجلد، ومن هذه الطرائق:

- استخدام النيتروجين السائل Liquid Nitrogen: وهو مادة توضع على الجزء المصاب من الجلد، وتعمل على تبريده وخفض درجة حرارته حتى درجة التجمد، وتقود درجة الحرارة المنخفضة هذه إلى قتل خلايا السرطان، وبذلك تحد من انتشارها وغزوها الأنسجة المجاورة.

- استخدام الليزر: وهنا تعمل الطاقة المنبعثة على تخريب خلايا السرطان وقتلها، ويحدث ذلك بعد أن تمتص هذه الخلايا جزءًا من الطاقة الموجهة إليها، حيث تتحول هذه الطاقة إلى طاقة حرارية تعمل بصورة مباشرة على الخلايا المريضة.

- الأدوية الكيماوية: تملك بعض العقاقير الكيماوية القدرة على قتل خلايا السرطان، ومن أكثر هذه المواد استخدامًا: عقار الفلورويور أسيل ٥-Fluorouracil، الذي يتدخل في تركيبة الأحماض النووية للخلايا، وبذلك يؤدي إلى قتلها، ويتم تصنيع هذا الدواء بصورة دهانٍ يوضع على الجلد المصاب، كما تم حديثًا إضافة عنصر فيتامين(أ) إلى هذا الدواء، وذلك لما ظهر لهذا الفيتامين من خصائص تعزز الأثر العلاجي للدواء المستخدم.

- استخدام الأشعة العلاجية، وهنا يتم تسليط أنواع معينة من الأشعة بجرعات محددة مباشرة باتجاه الخلايا المصابة، وهذا يقود إلى تعطيل عملية تكاثرها، وفي بعض الحالات، يتم غرس مصدر مشع داخل



تسلط الأشعة العلاجية لعلاج السرطان

من طرائف علاج سرطان الجلد استخدام النتروجين السائل على الجزء المصاب بالسرطان





من أهم أسباب سرطان الجلد التعرض لأشعة الشمس

الخلايا السرطانية، يقوم بإرسال دفعات معينة من الإشاعات إلى الخلايا المحيطة به، وهذا ما يقود إلى التأثير السابق نفسه.

الوقاية من سرطان الجلد

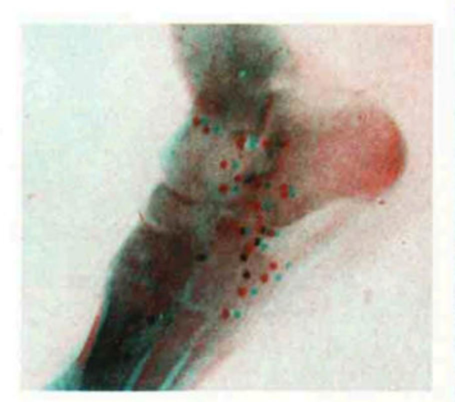
يمكننا القول: إن سرطان الجلد واحد من الأمراض التي يمكن - إلى حد ما - الوقاية منها باتباع بعض الوسائل الوقائية، التي أثبتت التجارب نجاحها بصورة كبيرة، وخصوصًا في الدول التي تسجل فيها نسب إصابات كبيرة بهذا المرض، ومن هذه الوسائل:

- الوعي الصحي: وذلك بالتركيز في شرح مخاطر سرطان الجلد، ومعرفة أسبابه، وطرائق الوقاية منه.

- التقليل من التعرض الزائد لأشعة الشمس: وخصوصًا من قبل أصحاب المهن التي تتطلب وقوفًا طويلاً تحت أشعة الشمس.

- ارتداء الملابس الواقية: ولذلك تقل نسبة إصابة النساء في الدول الإسلامية، مقارنة بالدول الأخرى، ويعود السبب في ذلك إلى ارتدائهن الحجاب.

- استخدام واقيات الشمس Sunscreens، ويقصد بها استخدام بعض المستحضرات التي تعمل على وقاية الجلد من التأثير





السلبي لإشعاعات الشمس المؤذية، وتوجد هذه المستحضرات بصورة مراهم توضع على الجلد.

– الوقاية الدوائية، ويقصد بها تناول بعض الأدوية التي تعمل على منع حدوث الإصابة بسرطان الجلد، ومن أشهر هذه المركبات مشتقات فيتامين (أ) ،الذي أثبتت الدراسات الحديثة أن له تأثيرًا علاجيًا ووقائيًا لكثير من أمراض الجلد ،ومنها السرطان، ويوجد هذا الفيتامين بوفرة في مشتقات الحليب ،والبيض ،وكبد الحيوانات، ولذلك ينصح بالإكثار من هذه المواد الغذائية.

المراجع

1- Dr. Hothaifa A. AL-Kharrat: Recent Trends in Treatment of Nonmelanomatous Skin Cancer. Cairo University, 2002.
2- Peter Land Mary D: Grays Anatomy, 37th Edition.
3- Jerant AF et AL: Early Detection and Treatment of Skin Cancer. AM Fam Physician, 2000.
4- Siegel ME: Safe in the Sun, Walker and Company, New york, 1990.
5- Domonkos AV et al: Andrews Diseases of the Skin. Clinical Dermatology,7th Edition, 1982.
6- Stern RS et al: Risk Reduction for Nonmelanoma Skin Cancer With Childhood Sunscreen Use. Arch Dermatol, 1986.
7- Olbrecht Ek: Treatment of Malignant Cutaneous Tumors. clin Plast Surg, 1993.
8- Mohs FE: Mohs Micrographic Surgery. Dermatol Clin 1989.
9- Goldschmidt H and Sherwin W: Office Radiotherapy of Cutaneous Carcinomas. J dermatol Surg, 1983.
10- Sober AJ: Diagnosis and Management of Skin Cancer. Cancer 1993.
11-Lippman SM and Meyskens F:Treatment of Advanced Squamous Cell Carcinoma. J Clin Oncol,1992.
12- Friedman RJ: Cancer of the Skin. philadelphia WB Saunders,1991.

الساعة البيولوجية
عملها وأثرها في صحة الإنسان وحياته؟

مسعد شتيوي*

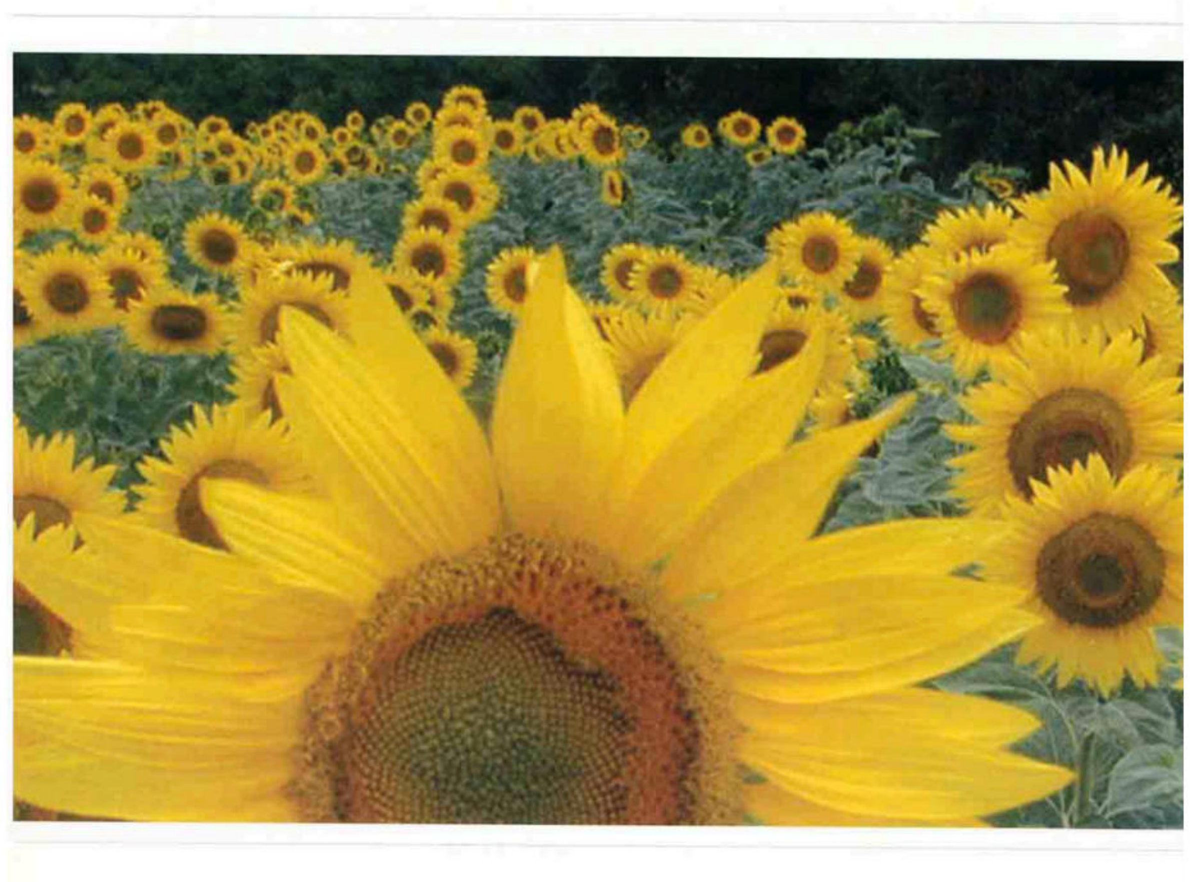


في عام ١٧٢٩م ترك العالم الفرنسي دي ميران De Mairan نبات الهليوتروب) Heliotrope رقيب الشمس) في غرفة مظلمة ليل نهار، فلاحظ أنها التزمت بالنسق نفسه أو الإيقاع rhythm المعروف عنها، أي: أن أوراقها وأزهارها استمرت في التفتح والانغلاق في المواعيد نفسها، كما لو أنها وضعت تحت الظروف الطبيعية. وكان المغزى واضحاً.. شيء ما بداخل النبات خلاف تعاقب الليل والنهار يملي عليه هذا التصرف، بمعنى أنه لم يكن يستجيب للضوء؛ وإنما يتحرك بدافع من توجيه، أو توقيت داخلي Internal Timer.

نبات الهليوتروب

نباتات الهليوتروب (استوائية أو شبه استوائية) يوجد منها أكثر من ٢٠٠ نوع، وأكثرها شهرة النوع ذو الأزهار البنفسجية،

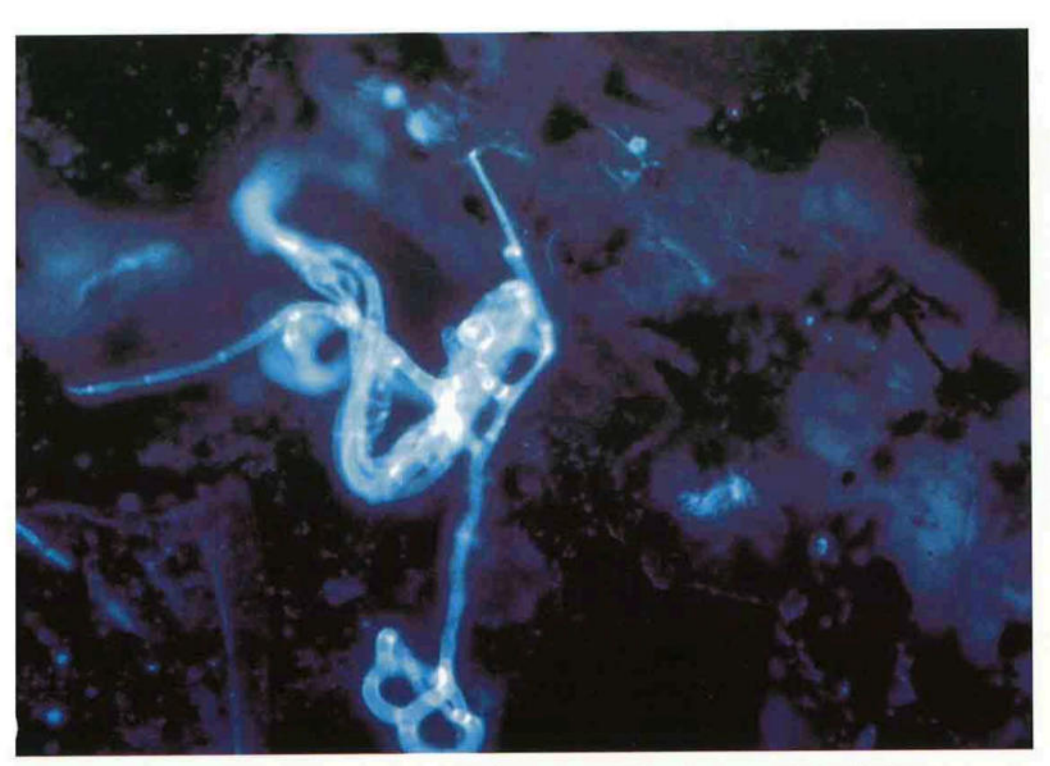
*أستاذ جامعي ـ كلية العلوم الزراعية بجامعة السويس.



أو الحمراء. وكلمة Heliotropism تعني الانتحاء الشمسي، وقد اشتق منها اسم النبات؛ بسبب حبه للشمس، فالنباتات تنمو جيداً، وتتفتح في ضوء الشمس، وتستخدم في صناعة العطور؛ بسبب رائحتها الزكية التي تشبه رائحة الفانيليا Vanilla.

تلك كانت أول تجربة مسجلة عمّا يعرف الآن بالبيولوجيا الزمنية، أو الكرونوبيولوجي) Chronobiology من اليونانية Chronos وتعني الوقت)، وهو علم حديث يهتم بدراسة النسق، أو الإيقاعات rhythms في الكائنات الحية، أو بمعنى آخر العلاقة بين الحياة والزمن.

سنحاول في هذا المقال أولاً: أن نلقي الضوء على هذا العلم الحديث الذي أدخل الزمن كعنصر أساسي في تركيب الحياة، والتعريف بأهم المصطلحات العلمية المستخدمة في هذا المجال، وثانياً: أن نعطي



عدد الخلايا اللمفاوية في الدم يصل إلى القمة في المساء وإلى أدنى مستوى في الصباح الباكر

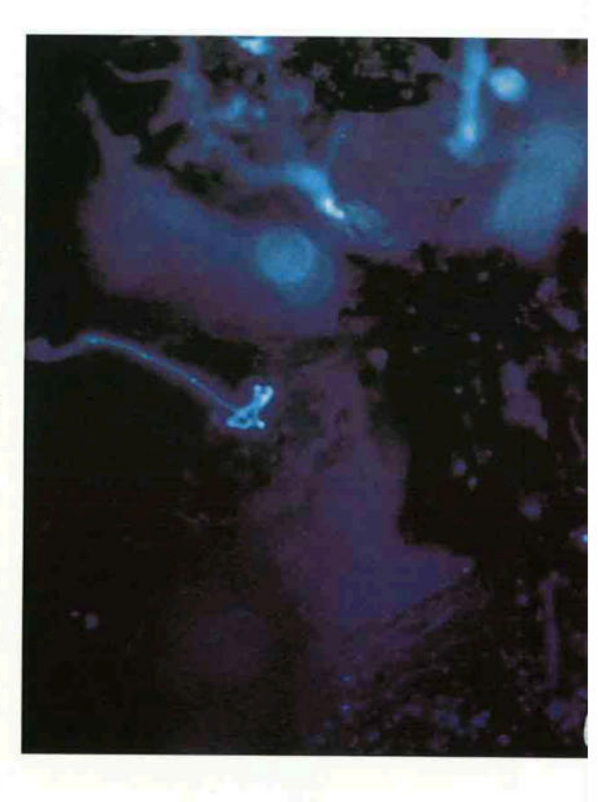
فكرة مبسطة عن استخدامات هذا العلم في مجال الصحة والدواء Chronotherapy وكيف أن كثيراً من الأمراض والعلل التي تصيب الإنسان تسلك سلوكاً إيقاعياً زمنياً Chronopathology، وبذلك فإن فعالية العلاج، أو الدواء تختلف باختلاف الوقت، إلى جانب العوامل الأخرى.

أولاً: دقات الساعة البيولوجية في الإنسان والكائنات الأخرى

بخلاف حركة أوراق النبات، فهناك كثير من الصفات التي تسلك سلوكاً مشابهاً، وهو ما يعرف بالإيقاع اليومي، أو الليل نهاري (Circadian من اليونانية، وتعنى نحو اليوم)، وقد صاغ هذا الاصطلاح فرانز هالبيرج - من جامعة مينيسوتا الأمريكية - لوصف الإيقاع اليومي (نحو ٢٤ ساعة) وهو إيقاع فطري داخلي Innate يتم ضبطه، أو التحكم فيه عن طريق الساعة البيولوجية .Biological Clock

الإيقاعات البيولوجية Biological Rhythms

. الإيقاعات البيولوجية تحدث في



الكائنات البسيطة (خلية واحدة)، والكائنات المعقدة (الإنسان).

١. إيقاع يومي، أو نهاري ليلي، ويسمى Circadian.

- يعمل على تزامن بعض وظائف الجسم مع التغيرات اليومية في الضوء والظلام.
- مثال: دورة النوم والاستيقاظ في الإنسان.

٢. إيقاع أقل من يوم ويسمى Ultradin.

- مثال: الانتباه أو التركيز الذهني في أثناء النهار، التقلب بين مراحل النوم المختلفة في الليل.

٣. إيقاع أطول من يوم، ويسمى Infradian.

- يهيئ الجسم للدورات التي تستغرق أكثر من يوم.
- مثال: التناسل في الحيوانات الموسمية (الأغنام في نصف الكرة الشمالي تتناسل في الخريف) الدورة الشهرية في المرأة، هجرة الطيور إلى الجنوب، البيات الشتوي.

الساعة البيولوجية Biological Clock

- يوجد في جميع الكائنات الحية ساعات بيولوجية تساعدها على مواجهة التغيرات الدورية المتوقعة في الظروف البيئية.
- الطحالب وحيدة الخلية تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل في الرمال، تبعاً لتوقيت حدوث المد والجزر، حتى لو وضعت تحت الظروف المعملية الثابتة.
- تبدأ الطيور المهاجرة في تخزين الطعام في أجسامها لتسمن قبل موعد هجرتها بأسابيع، وكذلك تفعل بعض الثدييات استعداداً للبيات الشتوي.
- إذا وضع الإنسان في كهف مظلم، بحيث تنطلق ساعته البيولوجية بحرية Free run فإن دورة النوم والاستيقاظ عنده تتأخر نحو نصف ساعة يومياً (يصبح اليوم ٢٤,٣٠ ساعة، وفي بعض الأبحاث الحديثة ٢٤,١١ ساعة فقط).
- تحت الظروف الطبيعية يتم ضبط الساعة البيولوجية كل صباح entraining بتأثير ضوء الشمس.

وبينما يتم ضبط هذه الإيقاعات، أو الدورات عن طريق دالات بيئية environ-mental Cues تسمى دالات الوقت Zeitge-bers من الألمانية، وتعني معطيات الوقت time givers مثل دورة النهار والليل، يستمر كثير من الإيقاعات حتى في غياب الدالات البيئية، ولكن مع انحراف بسيط.

المجلد الخامس العدد الثاني رجب- رمضان ١٤٢٨هـ





في عام ١٩٦٢م عزل مايكل سيفر Michel Siffre نفسه في كهف مظلم تحت الأرض لمدة شهرين بعيداً عن أي مؤثرات خارجية، ونظم حياته طبقاً للنمط الذي تعوده في حياته اليومية، فوجد أنه يتأخر في النوم والاستيقاظ نصف ساعة يومياً، وعندما خرج من الكهف وجد أنه فقد عدة أيام إضافة إلى إصابته بالاكتئاب والتشاؤم.

وعملية ضبط التوقيت الداخلي مع التوقيت الخارجي تسمى entrainment، وأقوى ضابط لها هو تعاقب الليل والنهار Light - dark cycle.

دالات الوقت Zeitgebers

. Zeitgebers هي كلمة ألمانية معناها معطيات، أو دالات الوقت .time givers

. بعض العوامل البيئية مثل الضوء تعمل كدالات للوقت لإعادة ضبط الساعة البيولوجية.

. السفر بالطائرة عبر عدة مناطق زمنية يتسبب في حدوث إعياء الفارق الزمني Jet lag -، ويحتاج إلى التعرض لضوء الشمس كل صباح لإعادة ضبط الساعة البيولوجية.

درجة حرارة الجسم أيضاً من الصفات التي تسلك سلوكا إيقاعياً منتظماً rcadian فهي تختلف من درجة إلى درجة ونصف الدرجة، بين الليل والنهار لدى الأشخاص الأصحاء، حيث تصل إلى أقصى معدلاتها Peak في نهاية النهار، وإلى أقل معدلاتها Troughعند الفجر. هذا الإيقاع يستمر حتى لو نام الشخص في سريره طوال الـ ٢٤ ساعة، أو حتى وهو صائم. وهناك علاقة بين درجة حرارة الجسم والنوم. فإذا نام الشخص ودرجة حرارته في انخفاض، فإنه سينعم بنوم هادئ وعميق، أما إذا حدث العكس وكانت درجة حرارته في ارتفاع فإن



إذا نام الشخص ودرجة حرارته منخفضة فإنه سينعم بنوم هادئ

في الرابعة صباحاً تحدث أزمات الربو التنفسية



نومه سيكون قصيراً.

الإيقاعات في معظم أجهزة الجسم الغدد الصماء، الجهاز المناعي والدوري والبولي ذات نظام موج بسيط Wave Form، مشابه لنظام درجة حرارة الجسم، إذ تكون في أعلى معدلاتها في نهاية النهار، وفي أقل معدلاتها قبل الاستيقاظ في الصباح الباكر. بعض الهرمونات يعتقد أنها تتأثر بالإيقاع اليومي مثل البرولاكتين، الثيروتروبين والتستوستيرون وهرمون النمو. وأوضح مثال على ذلك هو إفراز هرمون الكورتيزول من الغدة فوق الكلوية (الأدرينال) فعند رسم منحنى الكورتيزول في الدم نجد أنه يرتفع إلى القمة في الصباح، وينزل إلى القاع في أثناء الليل.



إفراز الهرمونات قبل الاستيقاظ يساعد الجسم على مقاومة الإجهاد

وقد وجد العلماء الألمان في جامعة لوبيك Lubeck أن إفراز الهرمونات قبل الاستيقاظ يساعد الجسم على مقاومة الإجهاد الناتج من الاستيقاظ. يقول الدكتور جان بورن :Jan Born إن إفراز الهرمونات بكثرة قبل الاستيقاظ يعد بمنزلة الجرس، أو الإنذار الذي يقول لك: استيقظ فقد حان الوقت، بشرط أن تفكر في هذا الميعاد قبل أن تنام. وقد قام الباحثون المشاركون في هذه الدراسة بقياس مستوى هرمونين من هرمونات الإجهاد ACTH (أدرينوكورتيكوتروتيزول) والكورتيزول Cor-tisolفي دماء مجموعتين من المتطوعين قبل النوم، كل مجموعة تشمل ١٥ فرداً متوسط أعمارهم ٢٥ عاماً، ونشرت نتائج هذه الدراسة في مجلة نيتشر البريطانية. وتمت دراسة المتطوعين لمدة ثلاث ليال، أخبروهم في ليلتين أنهم سوف يستيقظون في التاسعة صباحاً، وتركوهم فعلاً يستيقظون في الليلة الأولى في التاسعة، ولكن في الليلة الثانية أيقظوهم في السادسة، وفي الليلة الثالثة أخبروهم بأنه عليهم الاستيقاظ في السادسة. وحينما عرفوا أن عليهم الاستيقاظ مبكرا ارتفعت لديهم هرمونات Acth بدرجة كبيرة في الساعة الأخيرة قبل الاستيقاظ. وقد لوحظ أن مستوى الهرمونات يرتفع بصفة مؤقتة لمدة ٣٠ دقيقة بعد الاستيقاظ في جميع الأيام. ويعتقد الباحثوون أن هذا يرجع إلى تأثير الإجهاد الناتج من الاستيقاظ. وقد لوحظ



أيضاً أن الأفراد الذين تم إيقاظهم في السادسة من دون أن يعرفوا مسبقاً بذلك ارتفع لديهم مستوى هرمون الكورتيزول بعد الاستيقاظ مما يدعو إلى الاعتقاد بأنهم وجدوا صعوبة في الاستيقاظ، ومعروف أن هذا الهرمون يفرز تحت ظروف الإجهاد Stress.

نشاط الجهاز المناعي immune System متمثلاً في عدد الخلايا الليمفاوية lym-phocytes يسير في عكس اتجاه الكورتيزول، حيث يصل إلى قمة نشاطه في المساء، وإلى أقل مستوى في الصباح الباكر.

أما هرمون النمو فيصل إلى أعلى مستوياته في الثانية صباحاً، ويصل الأنسولين إلى أقل مستوياته في السادسة صباحاً، وفي هذا الوقت يبدأ الميلاتونين في الارتفاع.

هذا وقد لاحظ العلماء أن معظم الوفيات بعد العمليات الجراحية تحدث بعد منتصف الليل، وفي الثانية صباحاً، وقرحات المعدة تزداد، وفي الثالثة يصل ضغط الدم إلى أقل معدلاته، وفي الرابعة تحدث أشد أزمات الربو التنفسية. الوقت بين منتصف الليل والفجر، سماه المخرج السويدي انجمار برجمان ساعة الذئب (المخيفة) The Hour Of The Wolf أو الساعة الكئيبة Gloomy Hour؛ لأنه في هذا الوقت تكثر الولادات. والوفيات أيضاً، أو على حد تعبيرهم «إما أن تولد، وإما أن تموت في هذا الوقت، The Most Likely time to be born or die.» وفي الصباح الباكر (السادسة صباحاً) تزداد احتمالات حدوث الطمث عند النساء، وبعد الاستيقاظ من النوم تزداد حالات الحساسية الربيعية (حمى الدريس (Hay Fever).

وفي وقت الضحى عندما يرتفع ضغط الدم ليواجه الاحتياجات اليومية، يكون

معظم الوفيات بعد العمليات الجراحية تحدث بعد منتصف الليل وفي الثانية صباحاً





حواس السمع والتذوق والشم تزداد حدة في بعض الأوقات خصوصاً في الثالثة صباحاً

الإنسان أكثر عرضة للإصابة بالأزمات القلبية، والسكتات الدماغية، والعياذ بالله. أما التهاب المفاصل، أو الروماتويد فإنه يتحسن في أثناء النهار. هذا وقد نشرت مجلة FDA Consumerمنذ فترة تقريراً عن الإيقاعات اليومية ذكرت فيه بعض المعلومات الغريبة مثل:

- حواس السمع والتذوق والشم تزداد حدة في بعض الأوقات، فتكون في أعلى مستوياتها في الثالثة صباحاً، وتنزل بسرعة إلى مستوى منخفض في السادسة صباحاً، ثم تزداد ثانية لتصل إلى القمة مرة أخرى بين الخامسة والسابعة مساء. هذه الدورة مرتبطة بدورة الهرمونات الإستيرويدية فعندما يزداد إفراز هذه الهرمونات تقل حدة الحواس السابقة الذكر.

- إذا تناولت الأسبرين asprin في السابعة صباحاً، فإنه يظل في جسمك فترة أطول عما إذا تناولته في السابعة مساء.

- معظم الولادات تحدث بين الواحدة والنصف والثانية والنصف صباحاً، أما الولادات التي تحدث بين الثانية والرابعة مساء فتكون أكثر عرضة للمشكلات والمضاعفات سواء للأم، أو للطفل المولود.

حينما تم اكتشاف هذه الحقائق وغيرها، اتجهت الأبحاث إلى معرفة المزيد عن الإيقاعات البيولوجية Biological rhythms، ففي دراسة أجريت في جامعة شيكاجو، ونشرت في اللقاء السنوي لجمعية الغدد الصمّ Endo 2001 في دينفر

كلورادو، وجد أن مستوى الأداء الرياضي athletic Performance يختلف باختلاف وقت التمرين. ممارسة التمرينات ليلاً أحدثت انخفاضاً كبيراً في مستوى الجلوكوز في الدم عنه في أي وقت آخر من اليوم. أورفيو بكستون Orfeu Buxton الباحث الذي قام بالدراسة يقول: إن ممارسة التمرينات الرياضية ليلاً تؤدي مقارنة بأي وقت آخر إلى زيادة إفراز هرموني الكورتيزول والثيروتروبين بدرجة كبيرة.

وهذان الهرمونان لهما تأثير كبير في تمثيل الطاقة في الجسم؛ وهو الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض مستوى الجلوكوز بدرجة كبيرة في أثناء أداء التمرينات الرياضية ليلاً. وعلى النقيض من ذلك، لم يتأثر هرمون النمو بميعاد أداء التمرينات الرياضية. من هنا نرى أنه لكي نحصل على أقصى أداء رياضي يجب اختيار الوقت المناسب.



الساعة البيولوجية في الحيوانات والحشرات.. ما أهميتها؟

مايكل ميناكر - من جامعة فرجينيا - قضى سنوات في دراسة الساعة البيولوجية في بعض الكائنات الحية. فوجد أن الحيوانات التي درسها السناجب Hamsters، والضفادع Frogs، والإجوانا Iguana (من الزواحف) - يوجد بها خلايا تعمل كالساعة Clock، وتقع في شبكية العين retina، قام بجمع هذه الخلايا وحفظها حية في محاليل مغذية، وبدأ يلاحظ دقائقها أو إيقاعاتها الزمنية. ماذا وجد؟ وجد أنها تسلك سلوكاً متشابهاً في كل هذه الحيوانات، فسأل: ما الذي تستفيده هذه الحيوانات من معرفة الوقت؟ والإجابة بسيطة: من مصلحة هذه الحيوانات أن تعرف الوقت مهما كان موقعها في سلم الحياة والرقي، هذه الحيوانات تحاول دائماً أن تجد فريستها وفي الوقت نفسه ألا تقع فريسة لغيرها، بعضها يجد الليل مناسباً للبحث عن الطعام، والاختباء بعيداً عن أعين الأعداء، وهذه تعرف بالحيوانات الليلية Nocturnal ﴿وله ما سكن في الليل والنهار وهو السميع العليم﴾ الأنعام: ١٣، وبعضها الآخر يجد الليل مظلماً بارداً لا يصلح للصيد، فيفضل قضاءه في النوم حتى يستطيع أن يستيقظ مبكراً للبحث عما كتبه الله له من رزق في هذا اليوم الجديد، وهذه تعرف بالحيوانات النهارية diurnal، والإنسان يقع ضمن هذه الفئة الأخيرة ﴿وجعلنا الليل والنهار آيتين فمحونا آية الليل وجعلنا آية النهار مبصرة لتبتغوا فضلاً من ربكم﴾ الإسراء: ١٢،



الإجوانا والضفادع يوجد بها خلايا تعمل كالساعة وتقع في شبكة العين

﴿وجعلنا الليل لباساً وجعلنا النهار معاشاً﴾ النبأ: ١٠ - ١١.

من مصلحة الحيوانات كذلك أن تتنبأ Predict أو تتوقع التغيرات البيئية، وتستعد لها أفضل من أن تتفاعل معها Reqct بعد حدوثها. فمثلاً التناسل في كثير من الأنواع يحدث في أوقات محددة خلال العام. النباتات تنتج حبوب اللقاح Pollen، في الوقت الذي تنشط فيه الملقحات Pollinators، والحيوانات تلد عند اعتدال الجو، وتوافر المرعى الأخضر.

والفترة الضوئية Photoperiod هي التي تحكم التناسل في هذه الأنواع، خصوصاً في المناطق البعيدة عن خط الاستواء Equator، حيث يحدث اختلاف واضح في طول الليل والنهار في المواسم المختلفة. فالأغنام في البلاد الشمالية، مثل بريطانيا مثلاً: موسمية التناسل حيث تدخل موسم التناسل عندما تبدأ الفترة الضوئية في النقصان، ويكون ذلك في بداية فصل الخريف، ومن هنا جاءت التسمية Short-day breeders، (أي: الحيوانات التي تتناسل في النهار القصير) وعلى العكس منها أنواع أخرى من الحيوانات مثل الخيل الموسمية، تدخل موسم التناسل عندما تبدأ الفترة الضوئية في الازدياد (الربيع) أي: أنها llong - day breeders، والهدف في كلتا الحالتين واحد: الولادة في الوقت المناسب، وتجدر الإشارة إلى طول فترة الحمل، إذ تبلغ نحو خمسة أشهر في



بعض الحيوانات مثل الكلاب لا تقبل الأنثى الذكر إلا في أوقات محددة في الدورة التناسلية

في البيات الشتوى تنتج الفراشة جليكولات تشبه المواد المانعة للتجمد



الأغنام و١١ شهراً في الخيل. وإذا عرفنا أن هناك أنواعاً من الحيوانات مثل الكلاب، والذئاب، والثعالب، والدببة، تتناسل مرة واحدة في العام أدركنا أهمية معرفة الوقت بالنسبة إلى هذه الأنواع، إنه مسألة حياة أو موت بالنسبة إليها؛ لأنها إذا لم تتناسل في هذه الفترة المحدودة التي تستمر بضعة أيام فقط خلال العام كله، فإن عليها أن تنتظر عاماً آخر إذا كان في العمر بقية. (ملحوظة: الأنثى في الحيوانات لا تقبل الذكر في أي وقت، وإنما في وقت محدد من الدورة التناسلية estrous Cycle، ويكون بغرض اخصاب البويضات).

والحشرات التي تتميز بالبيات الشتوي مثل الذبابة المنزلية، والخنفساء المرقطة،

وبعض أنواع الفراشات والبعوض، قبل دخولها في البيات الشتوي، فإن دم اليرقة أو العذراء أو الحشرة الكاملة أيا كانت ينتج مواد تسمى جليكولات Glycols تشبه المواد المانعة للتجمد antifreeze، التي توضع في السيارات؛ هذه المواد هي التي تمكن الحشرات من تحمل البرد القارس. ويعتقد العلماء أن إنتاج الجليكولات يبدأ عندما تقل الفترة الضوئية Photoperiod؛ أي: عندما يبدأ طول النهار في النقصان؛ وذلك في الخريف، وبداية الشتاء. ويقل إنتاج الجليكولات بعد انتهاء الشتاء وقدوم الربيع، فتستبدل الدم الطبيعي بها.

ويستعد الدب لبياته الشتوي بابتلاع كميات كبيرة من الطعام في أواخر فصل الصيف لتخزينه في جسمه على هيئة دهن، وحينما يحل الشتاء، ويندر الطعام، يذهب الدب للنوم في أحد الكهوف أو الحفر الجليدية التي يكون قد أعدها لنفسه. والطيور المهاجرة تبدأ في تخزين الطعام في أجسامها لتسمن قبل موعد هجرتها بأسابيع.

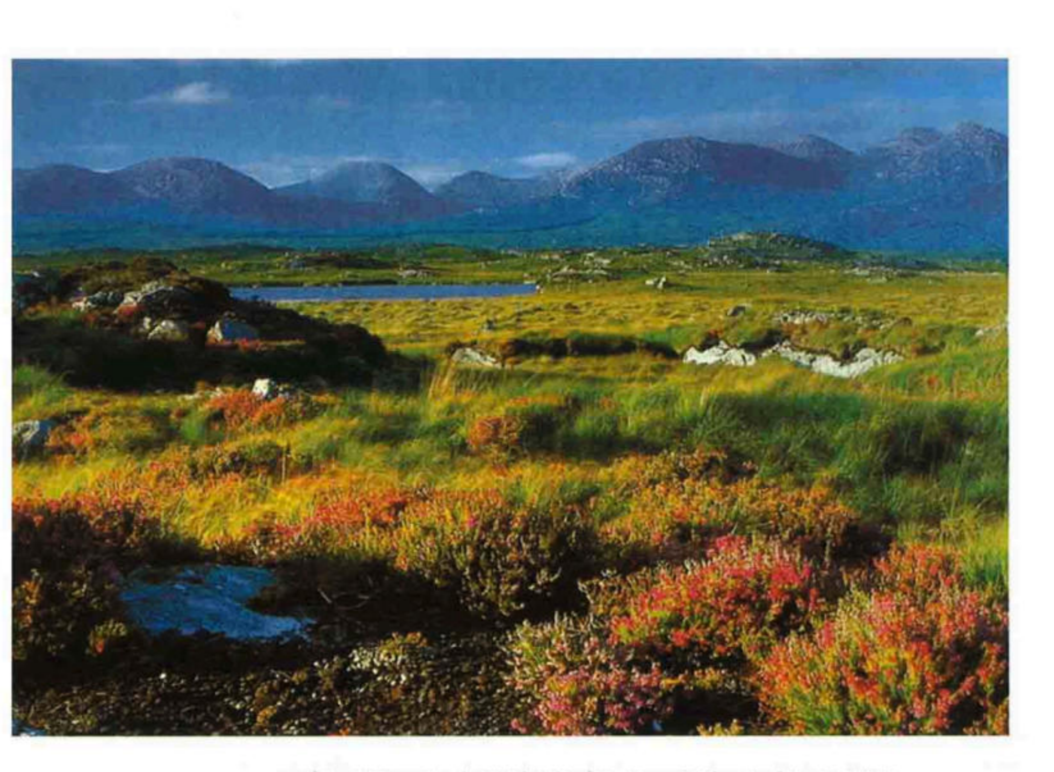
والجراد Locusts يهاجر في أسراب كبيرة في ميعاد محدد إلى أماكن بعيدة، وهجرته ليست بسبب الجوع، أو ندرة الغذاء، فقد يهاجر من أرض ذات غذاء وافر، ولكن الوقت قد حان، وبعد وصوله إلى غايته في الوقت المحدد - أيضاً - فإنه يقضي على كل مظاهر الحياة النباتية في المكان الجديد شر قضاء.

انظر إلى النحلة Honybee أيضاً؛ لتعرف أهمية الوقت بالنسبة إليها، لقد علمها الخالق - جل شأنه - أن تضبط الوقت بدقة متناهية، فإذا ما وجدت زهرة متفتحة في أثناء رحلتها للبحث عن الطعام، وحطت رحالها عليها لتمتص منها الرحيق، فإنها تسجل الوقت والمكان بدقة متناهية، وفي اليوم التالي يتلقى مخها إشارة بأن الوقت قد حان وأن عليها زيارة تلك الزهرة لجمع الرحيق، ولو فرض ولم تجد رحيقاً في اليوم التالي لسجلت ذلك في مخها أيضاً، وتذهب إلى زهرة أخرى، وتسجلها عندها، وفي النهاية يتكون لديها سجل تفصيلي عن هذا الحقل الذي تطير إليه يومياً لجمع الرحيق منه، إنها تعيش على الوقت، إنه كل شيء في حياتها.

استنتج العلماء أن الساعة البيولوجية لابد أن تكون قديمة قدم الحياة نفسها، وأن الخالق العظيم قد وهبها لجميع المخلوقات، كل وما يناسبه من الساعات، ولم يحرم منها كائن من مكان حتى ولو كان هذا الكائن خلية واحدة، كما اعترفت بذلك الأبحاث الحديثة. وهذا إن دل فإنما يدل على أهمية الوقت في حياتنا، وحياة جميع الكائنات

النحلة تسجل وقت الرحيق ومكانه بدقة متناهية





النباتات لها ساعة بيولوجية تنظم عمليات تنشيط التمثيل الضوئي والاستعداد لضوء الشمس

الحية ﴿فإذا جاء أجلهم لا يستأخرون ساعة ولا يستقدمون﴾ النحل:٦١.

حتى النبات لديه ساعة بيولوجية

مع أن النباتات تبدو ساكنة وصامتة، إلا أن بداخلها ساعة بيولوجية تدق على مدار ٢٤ ساعة يومياً، مثلها مثل الحيوانات والحشرات، هذا ما اكتشفه الباحثون في الولايات المتحدة في دراسة نشرت في عدد ديسمبر ٢٠٠٢م من مجلة فسيولوجيا النبات Plant Physiology. فكما يحتاج البشر إلى ساعة توقظهم من نومهم وتنظم لهم مواعيدهم، كذلك النباتات تحتاج إلى من يخبرها بموعد شروق شمس الصباح حتى تهيّئ نفسها، وتستعد للقيام بمهامها. ويتم ضبط الساعة النباتية بحيث تعطى إنذاراً للنبات في فترة الضحى بأن يستعد لضوء الشمس الشديد، وينشط العمليات التي تقوم بالتمثيل الضوئي، وتصنيع الغذاء. هذا ما يقوله أوتار ماتو - Autar K. Mattoo الأخصائي في فسيولوجيا النبات في معمل بحوث الخدمات الزراعية - ويضيف أن ساعة النبات تتحكم في إنزيم يقوم بتحوير، أو تعديل بروتين يسمى D1، هذا البروتين

مهم جداً في عملية التمثيل الضوئي، وهي العملية التي تستخلص بها النباتات الضوء، وتستخدمه في تحويل ثاني أكسيد الكربون، والماء، والعناصر المعدنية الذاتية في التربة، إلى غذاء. حينما يتحد D1 مع الفوسفور ينتج بروتيناً معدلاً في البلاستيدات الخضراء Chloroplasts في النبات.

ويعتقد العلماء أن البروتين المعدل يجبر النبات على تعديل التمثيل الغذائي؛ بحيث يحمي نفسه من الضوء الشديد. وهذه نعمة من نعم الخالق عز وجل على النبات؛ لأن جذوره مثبتة في الأرض، ولا يستطيع الحراك، أو الفرار عندما ترتفع حرارة، الشمس، ويشتد لهيبها. يقول ماتو: إنه حينما يتعرض النبات للأشعة فوق البنفسجية بكثافة شديدة، فإنه ينتج جزئيات تسمى فلافونويدات Flavonoids تعمل بمنزلة مصفاة وقائية، أو مرهم ضد الشمس Sunscreen، وعندما يحل الغروب تتوقف الساعة في النبات، ولكنه لا ينام أبداً كما يفعل البشر. والساعة النباتية يتم التحكم فيها بالجينات والبروتينات مثل ساعة البشر تقريباً. ويقول ماتو: إن هذه الدراسة قد تساعد العلماء على اكتشاف الطرائق التي يمكن بها مساعدة النباتات على إنتاج غذاء أكثر، وبكفاءة أكبر.

النواة فوق التصالبية - SCN Supra Chiasmatic Nucleus.

- ساعة الجسم الرئيسة وصانعة الإيقاع اليومي Pacemakerفي الثدييات.

- عبارة عن مجموعة من الخلايا العصبية (النيورونات)، يبلغ عددها نحو ٠١ آلاف خلية.

- تقع في منطقة ما تحت المهاد «الهيبوثلامس Hypothalamus» فوق الكيازما البصرية، خلف العينين بنحو ٣سم.

- تحطيم هذه النواة يتسبب في فقدان الإيقاع اليومي للنوم والاستيقاظ.

- تتحكم في السلوك اليومي للثدييات.

- مضبوطة داخلياً على نحو ٢٤,١١ إلى ٢٤,٣٠ ساعة في اليوم (من دون مؤثرات خارجية).

- تحديد هذه الفترة الزمنية (٢٤ ساعة في اليوم) يتضمن الإنتاج الدوري Cyclic Production لبروتينات ترتبط بالمادة الوراثية DNA.

- تستقبل إشارات ضوئية من شبكية العين؛ لإعادة ضبط نشاطها تبعاً لضوء النهار؛ حتى تستطيع ضبط اليوم على ٢٤ ساعة.

ليست ساعة واحدة.. بل مئات الساعات!

اكتشف الباحثون أن جسم الإنسان يموج بمئات من الساعات البيولوجية، ولكن الساعة الرئيسة أو المسيطرة Master Clock توجد في المخ، وبالتحديد في غدة تحت المهاد «الهيبوثلامس» في منطقة تسمى النواة فوق التصالبية SCN، وجميع ساعات الجسم يجب أن تتزامن Synchronize مع الساعة الرئيسة.

ولكن يبدو أن نقطة التزامن بين الساعات البيولوجية في الجسم، مازالت موضع جدال. فقد وجد علماء من الولايات المتحدة، والنرويج، واليابان، أن تقنين تغذية الفئران يؤدي إلى إعادة ضبط الساعة البيولوجية بالكبد من دون التأثير في أي من الساعات البيولوجية الموجودة في أجزاء أخرى من الجسم، وتم نشر هذا التقرير في مجلة العلم الأمريكية، وذكر الباحثون أن الفئران كانت تبدو أكثر نشاطاً قبل تقديم الطعام لها مباشرة، وأيضاً في أثناء الليل. وقد اتضح من هذه الدراسة أن الساعة الموجودة في كبد الثدييات تستجيب مباشرة مستقلة عن الساعة الرئيسة الموجودة في



في الفئران أدى قطع العصب البصري - الذي ينقل المعلومات من شبكية العين إلى المخ - إلى فقدان الإيقاع اليومي المعتاد

SCN في المخ للتغيرات البيئية، أي: لنظام التغذية في هذه الحالة.

يقول الدكتور بيتر مورجان - مدير معهد رويت للأبحاث بأبردين بالمملكة المتحدة، ورئيس المؤتمر الذي عقد في ١٩ يوليو ٢٠٠٢م، حول الإيقاعات البيولوجية - وضم أكثر من ١٥٠ عالماً من جميع أنحاء العالم في هذا المجال: إن اكتشاف ساعات بيولوجية في بعض أعضاء الجسم المهمة، مثل الكبد له مغزى كبير، إذ إنه يعني أن ما تأكله - كماً ونوعاً وتوقيتاً - يؤثر في ضبط الساعة البيولوجية - تماماً - مثلما يفعل الضوء في التأثير في إعياء الفارق الزمني، أو في العاملين في الورديات الليلية والنهارية day - night - shift work.

وقد اندهش حينما اكتشفوا أنه يمكن إعادة ضبط الساعة البيولوجية عن طريق تسليط الضوء خلف الركبتين، back of the knees في دراسة قام بها سكوت كامبل، وباتريشيا مور - من كلية طب جامعة كورنيل بنيويورك - ونشرت في عدد يناير عام ١٩٩٨م من مجلة ساينس الأمريكية. ومع أن التجربة مازالت بحاجة إلى تأكيد، أو تكرار، إلا أنها قد تفسر السبب في أن

كثيراً من فاقدي البصر لا يعانون أي مشكلات خاصة بالساعة البيولوجية، (مثل: الأرق، وعدم الاتزان الهرموني...إلخ) يقول جون ترافيز في مجلة أخبار العلم: إنه على الرغم من الدراسة السابقة (تسليط الضوء خلف الركبتين) إلا أن الأعين لا تزال هي الطريق الرئيس، الذي عن طريقه تتعرف الثدييات إلى الضوء. ففي الفئران، أدى قطع العصب البصري الذي ينقل المعلومات من شبكية العين إلى المخ إلى فقدان الإيقاع اليومي المعتاد عند هذه الفئران. ولحسم هذا الخلاف، أو التناقض الظاهري في نتائج الأبحاث، اقترح الباحثون وجود بروتينات حساسة للضوء في شبكية العين، بخلاف بروتينات الأوسين Opsins التقليدية. وهذا معناه أن الشبكية تحتوي على خلايا خلاف العصي والأقماع Rods & Cons المعروفة ولكنها مختصة بالإيقاع اليومي. عزيز سنكر - من كلية طب جامعة نورث كارولينا - يقول: إنه وجد هذه المواد الحساسة للضوء في شبكية العين، وفي الجلد أيضاً في الإنسان.

في ضوء هذه النتائج يقترح العلماء إمكانية استخدام العلاج الضوئي (خلف الركبتين) في الأطفال فاقدي البصر عند عدم رغبة الآباء إعطاءهم أدوية مثل الميلاتونين. هذه الدراسات قد تفسر السبب - أيضاً - في عدم معاناة فاقدي البصر في بلاد الشرق المشمسة من مشكلات النوم وأمراضه، موازنة بأولئك الذين يقطنون المناطق الشمالية الباردة.

الغدة الصنوبرية وإفراز الميلاتونين

الغدة الصنوبرية Prineal Gland هي مركز إنتاج الميلاتونين، ذلك الهرمون الذي يؤدي دوراً مهماً في وظائف الجسم المختلفة وأنشطته، بخاصة تنظيم الدورة الليل - نهارية. إنه يفرز في أثناء الليل وأنت نائم. وفي السنوات الأخيرة ازداد إقبال الناس عليه بدرجة كبيرة؛ لاعتقادهم أنه يساعد على تأخير الشيخوخة (خلال مقاومته الشوارد الحرة ذات القوة التدميرية)، إضافة إلى فائدته في مقاومة إعياء الفارق الزمني Jet - lag، والحصول على نوم هادئ وعميق، وفوائد أخرى كثيرة.

والغدة الصنوبرية كانت تسمى - فيما مضى - بالعين الثالثة؛ لأنها في الزواحف والطيور تقع بالقرب من الجلد، ولا تحتاج إلى أي تفاعل بينها وبين الأعين؛ لتسجيل دورة الليل والنهار. وفي هذه الأنواع تعد الغدة الصنوبرية هي الساعة الرئيسة، في الفقاريات الدنيا. الغدة الصنوبرية لها تركيب يشبه العين، وتعمل مستقبلة للضوء. ولذلك يعتقد مؤيدو نظرية التطور أنها حلقة في سلسلة التطور إلى العين الحديثة، ويعتقد أن الغدة الصنوبرية في الطيور وبعض الحيوانات تحوي مادة مغناطيسية، تساعدها على الملاحة، وتمكنها من تقصي المجالات المغناطيسية، وحفظ التوازن، والاتجاه. وقد لوحظ أن تغيير المجال المغناطيسي المحيط بوجه الطائر يغير من درجة توجهه. ووجد - أيضاً - أن المجالات الكهربائية المغناطيسية EMF تبطل نشاط الغدة الصنوبرية، وتخفض إنتاج الميلاتونين، وبذلك فإنها تعطل الدورة الليل - نهارية.

أما في الثدييات فالغدة الصنوبرية تقع في مرتبة ثانوية بالنسبة إلى النواة التصالبية، وقد كان القدماء يعتقدون أن لها قدرات خارقة، ولذلك عدّها الفيلسوف الفرنسي ديكارت مقعد الروح Seal of the Soul، وموضع العقل. في الإنسان تقع الغدة الصنوبرية في البطين الثالث في المخ



Third، وهي كبيرة في الأطفال، وتتضاءل عند البلوغ، ولذلك يعتقد أن زيادة إفراز الميلاتونين في الأطفال يؤخر البلوغ، وعندما يصل الطفل إلى سن البلوغ يقل إفراز الميلاتونين. ويبدو أنها تؤدي دوراً في التطور الجنسي، والبيات الشتوي في الحيوانات، وفي التمثيل الغذائي، والتناسل الموسمي.

وتؤثر عوامل الإجهاد في الغدة الصنوبرية، وهذه العوامل تشمل: الإخلال بدورة الضوء والظلام المعتادة، والإشعاع، والمجالات المغناطيسية، وعدم التوازن الغذائي، وتقلبات الحرارة، وغيرها. وتؤدي زيادة العبء الهرموني للميلاتونين Melato-nin Overload إلى حدوث مرض الاكتئاب الموسمي، SAD الذي يحدث في أثناء الشتاء عندما تقل المدة الضوئية، ويزداد إفراز الميلاتونين على المعتاد. ولأن الغدة الصنوبرية تتكلس Calcifies بتقدم العمر، وينخفض إنتاجها من الميلاتونين، اعتقد كثيرون أنها المسؤولة عن حدوث الشيخوخة.

ارتباط النواة فوق التصالبية بالغدة الصنوبرية

يوجد ممر من شبكية العين إلى غدة تحت المهاد يسمى القناة الشبكية تحت المهادية، Retino- Hypothalamic tract يوصل المعلومات عن دورة الضوء والظلام إلى النواة فوق التصالبية SCN، ومنها تنقل الإشارات العصبية إلى الغدة الصنوبرية، هذه الإشارات تثبط إنتاج الميلاتونين. وحينما تتوقف هذه الإشارات في المساء يزول التثبيط عن الغدة الصنوبرية، وهذا ما يجعلها تعاود إفراز الميلاتونين. وبمعنى آخر توجد عروة تغذية راجعة Feedback loop بين SCN والغدة الصنوبرية. هذه العروة هي السبب في استخدام الميلاتونين لإعادة ضبط الساعة البيولوجية، عند حدوث إعياء الفارق الزمني.

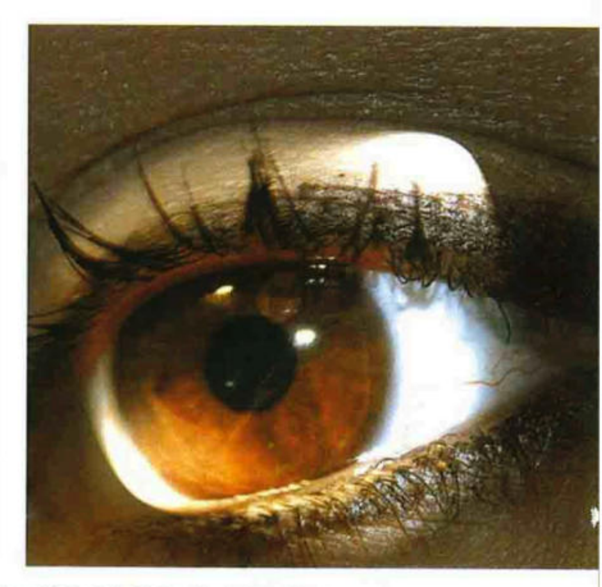
ولكن في السناجب أثبتت الأبحاث وجود مركز آخر في شبكية العين، لإنتاج الميلاتونين، وهذا معناه أن عين السنجاب تحتوي على نظام ذاتي لحفظ الوقت، مستقل عن نظام الساعة الموجودة بالمخ، فقد وجد العلماء أن السناجب تستطيع إعادة ضبط ساعة الشبكية على الإيقاع اليومي، بعد تحطم الساعة الرئيسة في المخ.

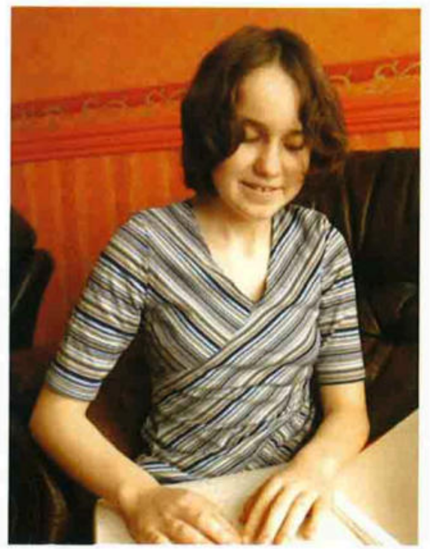
والسؤال الآن: هل تحتوي عين الإنسان أيضاً على مركز، أو ساعة تنتج الميلاتونين مثل السناجب؟ الإجابة غير معروفة حتى الآن.. وما زال العلماء يحاولون الكشف عن ذلك. أما المعروف جيداً فهو أن الناس - حالياً - يأخذون جرعات منتظمة من الميلاتونين. فإذا ما حدث واكتشف العلماء وجود مثل هذه الساعة في شبكية العين، فإن المستويات المرتفعة من الميلاتونين وتفاعلها مع الضوء تكون قد تسببت في تلف الملايين من شبكيات العيون في شتى أنحاء العالم.

التركيب الداخلي للساعة البيولوجية وميكانيكية التشغيل

تم اكتشاف أول جين من جينات الساعة البيولوجية في ذبابة الفاكهة عام ١٩٧١م، بعدها بثلاثة عشر عاماً تم الاكتشاف الثاني. لم ينجح العلماء في اكتشاف جينات ساعية في الثدييات حتى عام ١٩٩٧م، حينما تم اكتشاف أول هذه الجينات في الفئران، وبعد ذلك توالت الاكتشافات.

واليوم نعرف كثيراً عن الساعة البيولوجية في ذبابة الفاكهة، وعندما ننظر إلى الآلية التي تعمل بها ندرك مدى الروعة، والدقة، والتعقيد، الذي إن دل فإنما يدل على إبداع الخالق ﴿صنع الله الذي أتقن كل شيء





عندما يصل ضوء الصباح إلى الشبكية تقوم الخلايا الضوئية بتحويله إلى إشارات كهربائية

إنه خبير بما تفعلون﴾ النمل: ٨٨، ويبدو أن هذه الآية وهذا النظام هو الموجود في جميع أرجاء المملكة الحيوانية (مع بعض التحويرات)، بدءاً من الأسماك ومرورًا بالضفادع والفئران، وانتهاءً بالبشر على حد قول الدكتور مايكل يونج في مجلة ساينتفيك أمريكان (سبتمبر عام ٢٠٠٠م).

أجريت أبحاث في جامعة هارفارد، اشترك فيها الدكتور روبرت - أستاذ طب الأطفال - مع زملائه في كلونة Cloning، لتحديد خصائص سبعة جينات تقوم بتشغيل الساعة البيولوجية الموجودة في أعماق المخ في الإنسان، أو الفئران. هذه الجينات تحتوي على الشفرة اللازمة لتصنيع البروتينات التي تنظم دورة النوم والاستيقاظ اليومية. يقول الدكتور روبرت: إنهم تمكنوا من التعرف إلى الجزيئات التي يعتقد أنها تشكل التروس الأساسية للساعة، التي تدق ٢٤ ساعة يومياً. وقد أبدع الخالق تعالى في تصميم هذه الميكانيكية الرائعة، وتتألف من مستقبلات للضوء وبروتينات الساعة.

ضوء الصباح يؤدي إلى بدء الدورة اليومية، فحينما يصل إلى الشبكية في قاع العين، تقوم الخلايا الضوئية في الشبكية بتحويل الضوء إلى إشارات كهربائية تمر خلال الأعصاب إلى عقدة صغيرة تبلغ نحو عشرة آلاف خلية ساعية تعرف بالنواة فوق التصالبية.

كيف يمكن الاستدلال على البروتينات الساعية؟

يستطيع العلماء - باستخدام الهندسة الوراثية - أن يجعلوا جينات الساعة تتوهج،

ويتم ذلك بأخذ الجينات التي تجعل الأسماك الهلامية، أو ذيل «ذبابة النار» تضيء، أو تتوهج. ونقل هذه الجينات وإلصاقها بالجين الذي يكود لبروتين الساعة، وعن طريق ربط بروتين الساعة بالبروتينات المتوهجة يمكن معرفة أماكن البروتينات الساعية وتوقيتات إنتاجها وكمياتها.

ميكانيكية عمل الساعة البيولوجية

وقبل الحديث عن ميكانيكية عمل الساعة البيولوجية يجب أولاً: التفريق بين الجين Per والتعبير عن الجين بإنتاج بروتين معين، وليكن Per. الجين يتكون من الحمض النووي DNA الموجود على الكروموسومات داخل نواة الخلية، ولا يغادرها أبداً. هذا الجين يحمل المعلومات الوراثية (طريقة تصنيع بروتين معين) ويجري تنفيذها عن طريق نقل شفرتها، أو وصفتها إلى حمض آخر مرسال، يسمى MRNA، وتعرف هذه العملية بالنسخ، ويستطيع هذا الحمض المرسال أن يغادر النواة إلى السيتوبلازم حاملاً معه الشفرة الوراثية التي ستجري ترجمتها على الريبوسومات الموجودة في السيتوبلازم؛ لتخرج منها الأحماض الأمينية التي يتم تنظيمها وربطها على هيئة سلاسل ببتيدية، بواسطة حمض آخر يعرف بـ TRNA، ليتكون منها في النهاية البروتين، وتسمى هذه العملية بالترجمة.





تعود إلى الساعة البيولوجية والدورة الإيقاعية اليومية في ذبابة الفاكهة. تبدأ الدورة بأن تقوم الجينات Clock & Cycle في الصباح الباكر بإنتاج بروتينيهما اللذين يتحدان بعضهما ببعض؛ لتكوين معقد Com-plex يدخل إلى نواة الخلية، ويرتبط بالجينين tim & Per؛ لتشغيلهما فيقومان بإنتاج بروتينيهما، ويزداد الإنتاج تدريجياً بقية النهار حتى يصل إلى ذروته عند الغروب، ويتكون منهما معقدات PER/TIM تدخل إلى النواة؛ لتفقد عمل الجينات فيتوقف إنتاج البروتينات الساعية (تسمى هذه العملية التغذية الراجعة السالبة nega-tive feedback). بعد ساعات قليلة تبدأ الأنزيمات في تفكيك تلك المعقدات إلى أن تبزغ الشمس في صبيحة اليوم التالي، فتكون المعقدات قد تفككت لتبدأ الدورة من جديد.



متى تبدأ الساعة دقاتها.. قبل الميلاد أم بعد الميلاد؟

اكتشف العلماء الفرنسيون أدلة تفيد أن الساعة البيولوجية تبدأ دقاتها قبل الميلاد. فقد وجدوا في أثناء دراستهم الأسماك المخططة، Zebrafish أن الساعة البيولوجية تبدأ دقاتها في بيض السمك



الساعة البيولوجية تبدأ دقاتها في بيض السمك قبل أن يتم إخصابه

حتى قبل أن يتم إخصابه، وأن هذا النشاط الإيقاعي الموجود في الجينات يستمر مع الحيوان عندما يكبر. وقد علق الدكتور فينسنت لوديت على ذلك بقوله: إن هذه النتائج مدهشة؛ لأن الاعتقاد السائد هو: أن الإيقاعات اليومية تحتاج إلى مخ ناضج، ولذلك فإنها لا تبدأ إلا بعد الميلاد بمدة، وقد تعرف الدكتور لوديت وزملاؤه الذين أجروا الدراسة إلى نسخة من الجين الموجود في ذبابة الفاكهة - يسمى Per3 في الأسماك المخططة، وهو جين مهم جداً في تشغيل الساعة، وقد وجدوا أن نشاط هذا الجين يزيد وينقص في البيض، سواء أكان البيض مخصباً أم غير مخصب. وعليه فقد استنتجوا أن أجنة الأسماك المخططة قد ورثت هذا الجين من أمهاتهم، ويعتقدون أن هذه العملية يمكن أن تحدث في الثديات أيضاً. (هذا البحث منشور في مجلة العلم الأمريكية في يوليو عام ٢٠٠٠م).

التيلومير Telomere: ساعة بيولوجية تدق في كل خلية

جميع الخلايا تحتوي على كرموسومات، والكروموسومات هي الخيوط التي تحتوي على الجينات، والأخيرة عبارة عن جزيئات من الحمض النووي الذي يحمل الصفات الوراثية. يوجد في نهاية الحمض النووي تتابع خيطي مفرد - يسمى التيلومير، يعد بمنزلة الساعة الزمنية، التي تحدد للخلية



عدد الانقسامات، التي يمكن أن تقوم بها قبل أن تموت، وقد وجد أن التيلومير يقصر كلما زاد عدد الانقسامات التي حدثت للخلية، لكن يوجد إنزيم يسمى تيلوميريز، يساعد على إطالة التيلومير، وبذلك يساعد الخلايا على معاودة الانقسام. وقد توصل الباحثون في جامعة ستانفورد بالولايات المتحدة بقيادة الدكتور إيريك كول - أستاذ الكيمياء - إلى طريقة يمكن بها إطالة التيلوميرات في أنبوبة الاختبار. (هذا ملخص ما جاء في الدراسة التي نشرت في ملفات الأكاديمية القومية للعلوم Prec. Nat. Aced. Sci في نوفمبر عام ٢٠٠٢م).

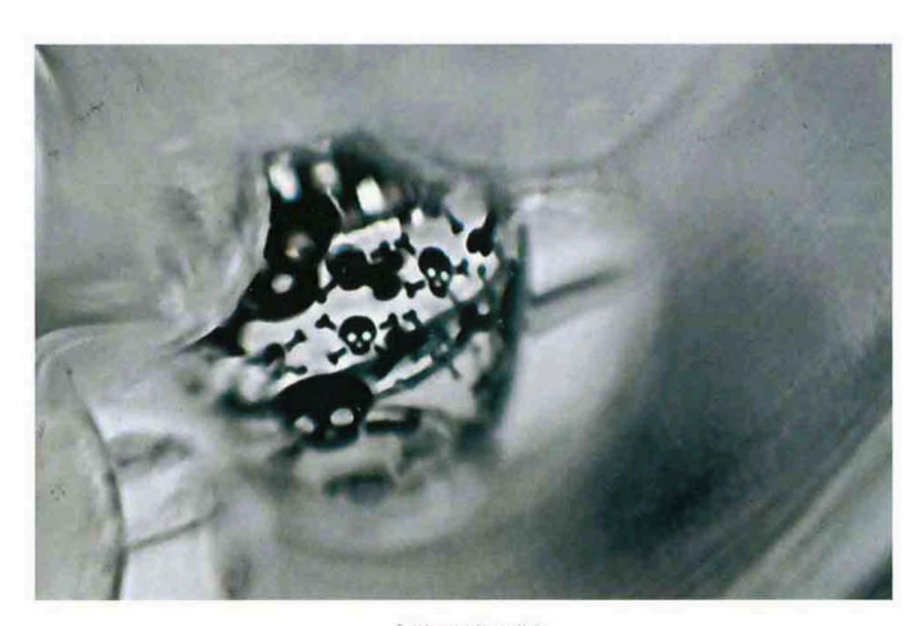
ثانياً: الساعة البيولوجية في الطب والعلاج

الدورات والإيقاعات البيولوجية هي التي تحافظ على ثبات الكائنات الحية -Sta billity، والثبات والاستقرار يتطلب التكيف المستمر مع المتغيرات الداخلية والخارجية، ويأتي هذا التكيف - أيضاً - على هيئة دورة ذات مراحل مختلفة:

. مرحلة نشاط أو إنتاج، ومرحلة تقويم، ومرحلة تعديل تعتمد على تغذية راجعة من ناتج النشاط في المرحلة الأولى، والعودة إلى البداية في الوقت الأمثل للمحافظة على ثبات النظام.

الإخلال بهذا النظام الزمني الدائري له عواقب مميتة لأي مخلوق ولذلك فإن علاج الأمراض يعتمد - أساساً - على حدوث الدورات، فقد لوحظ أن الأضرار المصاحبة لجميع الأمراض من الحساسية إلى التهاب المفاصل، إلى الربو، إلى أمراض القلب الوعائية، إلى السرطان كلها تنتظم في دورات، وبخاصة الدورات الليل - نهارية: ﴿إن في اختلاف الليل والنهار وما خلق الله في السموات والأرض لآيات لقوم يتقون﴾ يونس:٦ ﴿وله اختلاف الليل والنهار أفلا تعقلون﴾ المؤمنون: ٨٠.

ومن هنا فإن معالجة هذه الأمراض يجب أن يتبع الإيقاعات اليومية، وهو ما يعرف بالعلاج الزمني. والتغيرات الإيقاعية الليل - نهارية في أعراض المرض، وفي قابلية بعض الأنسجة لامتصاص أدوية معينة تساعد على تحديد ما إذا كان علاج معين سيكون ناجحاً، أو غير ناجح. الأدلة تشير إلى أن العلاج يمكن أن يتحسن كثيراً، والسمية تنخفض عند إعطاء الدواء في أوقات يتم اختيارها بدقة. ولنستعرض باختصار بعض الأمثلة:

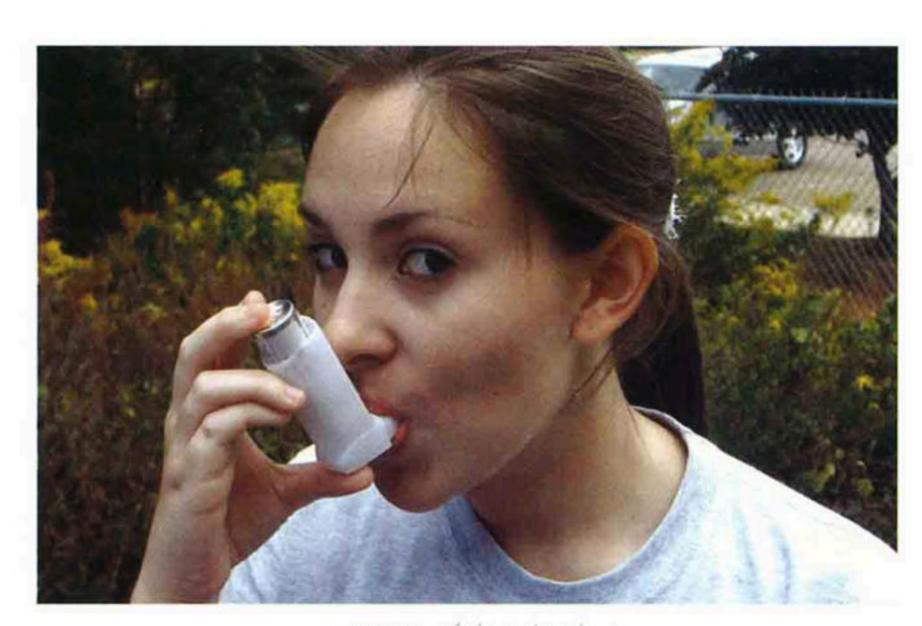


توالد خلايا سرطانية

السرطان Cancer

في عام ١٩٨٥م نشر وليام هروشيسكي - عالم الأورام - تقريراً في مجلة ساينس يصف فيه ما حدث عندما غير مواعيد إعطاء العلاج الكيماوي لـ ٣١ امرأة مصابة بسرطان المبيض، وكان المتبع في مثل هذه الحالات أن يتم إعطاء الدواء بجرعات ثابتة، وبأسرع ما يمكن من دون أي قيمة للتوقيت، ولكن الدكتور هروشيسكي فكر بطريقة ذكية مبتكرة، وقال: لو أن هذه الخلايا تتبع دورة نمو معينة كل يوم، أي: سريعة، ثم بطيئة.. فإن تحمل الجسم العلاج الكيماوي الذي هو عبارة عن مواد سامة سيختلف باختلاف الوقت. الشيء نفسه ينطبق على الخلايا السرطانية. لذلك قام الدكتور هروشيسكي بتقسيم النساء إلى مجموعتين، وأعطى لكل مجموعة الجرعة المحددة، أو القياسية للعلاج. الاختلاف الوحيد كان في مواعيد إعطاء الدواء، إحدى المجموعتين كانت عكس الأخرى. ماذا وجد؟ وجد أن الدواء في إحدى المجموعتين أحدث تقريباً نصف الآثار الجانبية التي أحدثها في المجموعة الأخرى، حيث كان فقد الشعر أقل شيوعاً في هذه المجموعة، وكذلك الإصابات العصبية، والفشل الكلوي، والإدماء، بمعنى أن السمية بجميع مظاهرها انخفضت عدة مراحل؛ لمجرد تغيير مواعيد إعطاء الدواء، على حد قول الدكتور هروشيسكي.

وفي تجربة أخرى أجريت في فرنسا،



الربو أكثر الأمراض تأثيراً في الإيقاع اليومي

قام الدكتور فرنسيس ليفاي باستعمال العلاج الزمني Chronotherapy لعلاج مرضى السرطان في مستشفى بول بروس جنوب باريس. وحالياً يوجد له عدة فروع تستخدم هذه الطريقة في العلاج في جميع أنحاء أوربا. والعلاج يتم بتركيب مضخة للمريض تتم برمجتها كمبيوترياً لإعطائه جرعات محددة في الوريد في توقيتات معينة خلال اليوم. وفي عام ١٩٩٩م قام الدكتور ليفاي وزملاؤه بنشر نتائج الدراسات التي أجريت لعلاج ٩٠ مريضاً بسرطان القولون في عشرة مراكز طبية في فرنسا، وإيطاليا، وبلجيكا، وكندا. وقد توصل إلى أنه يمكن، باستخدام العلاج الزمني زيادة الجرعة على الحد الأقصى المسموح به في النظام القديم والمعروف بـ Flate - rate regime، وقد حققوا تحسناً ملحوظاً في علاج الأورام يبلغ ثلاثة أضعاف ما كان يتحقق في النظام القديم، إضافة إلى أنه حدث انخفاض ملحوظ في جميع الأعراض الجانبية مع زيادة الجرعة العلاجية بنحو ٤٠٪ في حالة العلاج الزمني.

الربو: Asthma

هو أكثر الأمراض تأثراً بالإيقاع اليومي Cirvadian، ويصيب هذا المرض واحداً من بين كل عشرين على مستوى العالم (نحو ١٥ مليوناً في الولايات المتحدة وحدها). والربو يسبب انقباض العضلات الناعمة المحيطة



بالممرات الهوائية، وهذا ما يسبب صعوبة في التنفس. معظم أزمات الربو تحدث بين الساعة الثانية والسادسة صباحاً. هذا الإيقاع اليومي ينتج من حدوث كثير من العمليات الفسيولوجية في توقيت واحد. فمثلاً: حجم الممرات الهوائية وطريقة التنفس تتغير إيقاعياً خلال اليوم الواحد في الأشخاص الأصحاء، وكذلك في المصابين بالربو. عادة تكون الممرات الهوائية أوسع ما يمكن في أثناء النهار، ويحدث انخفاض في انسياب الهواء بعد منتصف الليل، خاصة بين الساعات الحرجة من الثانية إلى السادسة صباحاً. هذه التقلبات الطبيعية يمكن أن تصبح شديدة جداً نتيجة عوامل داخلية وخارجية، مثل وجود مواد مثيرة للحساسية في حجرة النوم، الوضع في أثناء النوم، احتجاز المخاط، التنفس من الأنف، التغيرات الإيقاعية في العضلات والجهاز العصبي السمبثاوي، مستوى الكورتيزول في الدم، الهستامين، وهرمون الأدرينالين.

ويوصي الاختصاصيون في العلاج الزمني بأن يؤخذ علاج الربو بحيث يصل إلى أقصى فعالياته وقت حدوث الأزمة. وقد تم تطوير علاج يوسع الشعب الهوائية وقت حدوث الأزمة الربوية، وكثير من هذه العقاقير متوفر حالياً في الأسواق، ولكل واحد منها خصائص مختلفة من حيث وقت الامتصاص وطريقته، والتمثيل والإخراج. والوقت المثالي لموسعات الشعب التي تؤخذ مرة واحدة يومياً هو الوقت الذي يؤدي إلى زيادة تركيز الدواء في الدم في الساعات الحرجة لحدوث الأزمة.

مونيكا كرافت - مديرة وحدة الفسيولوجيا الرئوية بالمركز اليهودي القومي في دينيفر بالولايات المتحدة - حينما سئلت عن ذلك قالت: إن الجرعة في الثالثة بعد الظهر تصل إلى الخلايا المصابة في الوقت الذي تكون فيه الخلايا في أمس الحاجة إليها، وذكرت أنها تلقت مكالمة من أحد أصدقائها يخبرها بأن ابنته تعاني أزمة ربوية حادة في أثناء الليل، فقامت بعمل تعديلات في مواقيت إعطاء الدواء فتحسنت حالة الفتاة، واستمتعت بنوم هادئ وعميق في تلك الليلة.

ضغط الدم :Blood Pressure

يتأثر أيضاً بالإيقاع اليومي Circadian rhythm حيث يرتفع بسرعة في الصباح؛ ولذلك تكثر الأزمات القليلة في هذا التوقيت، والمشكلة الرئيسة في زيادة الضغط هي أنه يسبب طرقاً، أو ضرباً

ضغط الدم يتأثر بالإيقاع اليومي حيث يرتفع في الصباح وتكثر الأزمات القلبية





مستمراً على جدر الأوعية الدموية، وهذا ما يؤدي إلى زيادة احتمالات تلف هذه الأوعية الدموية، وبذلك تحدث جلطة دموية تسبب في أزمة قلبية، أو سكتة دماغية، والعياذ بالله. هذا إضافة إلى أن ازدياد قوى الجذب والشد على جدر الأوعية الدموية نتيجة تدفق الدم في الأوعية الدموية يؤدي في النهاية إلى تمزقها، ويرتبط إجهاد التمزق أو القص Shear Stress بضغط الدم، ومعدل تدفق الدم، وقطر الوعاء الدموي.

وقد لوحظ أن إجهاد التمزق يزداد بدرجة كبيرة في الصباح بعد الاستيقاظ من النوم مباشرة، فيحنما يعتدل الشخص واقفاً من رقاده الطويل يتنبه الجهاز العصبي، ويسرع إلى زيادة معدلات ضغط الدم وتدفقه في الأوعية الدموية. في كلية الطب بجامعة كناتكيت الأمريكية ذكر وليام وايت أن علاج ضغط الدم بجرعة ثابتة من الدواء يمكن أن يؤدي إلى انخفاض الضغط بدرجة كبيرة أثناء الليل من دون أن يخفضه بالنهار بالدرجة المطلوبة. ويقول: إنه يوجد حالياً بالأسواق أدوية للضغط ذات مفعول مؤجل time - delayed drugs، تؤخذ قبل النوم لتحدث مفعولها قبل الاستيقاظ مباشرة. وتعد هذه من أوائل الأدوية التي تستغل ظاهرة الإيقاع اليومي في العلاج. وفي خلال السنوات القليلة القادمة ستظهر أدوية أكثر في السوق بعد أن تكون قد انتهت أكبر تجربة عالمية عن استخدام العلاج الزمني في علاج ١٧ ألف مريض بضغط الدم في ١٥ دولة مختلفة.

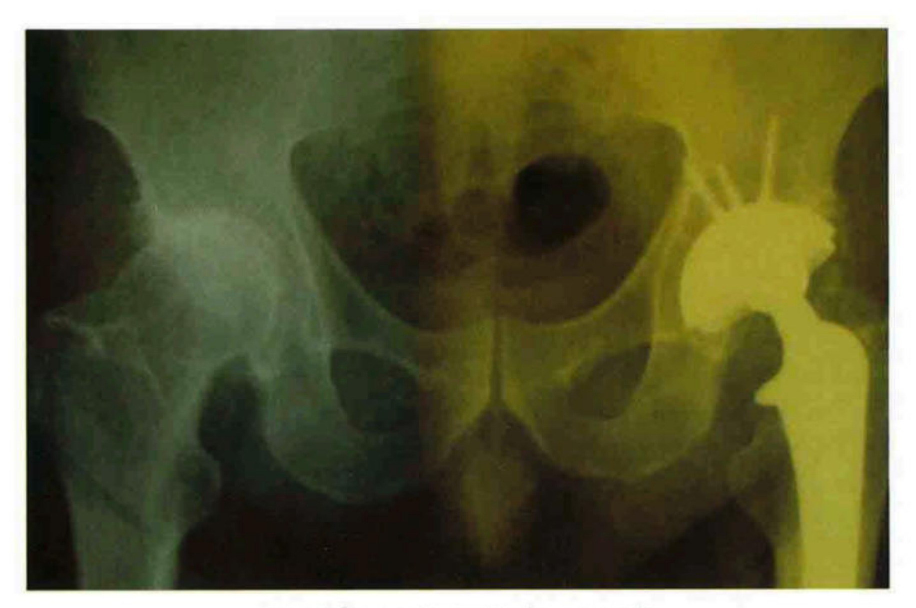
التهاب المفاصل :Arthritis

يجري - أيضاً - وفقاً للساعة البيولوجية، وهذا المرض يوجد منه نوعان:

- الروماتويد، وفيه يهاجم الجهاز المناعي أجزاء من المفاصل.

- الالتهاب غير الروماتيودي - non rheumatic arth ويشمل مدى واسعاً من الأمراض، بعضها يكون مصحوباً بتكوين بلورات في المفاصل، وبعضها الآخر ينتج من التآكّل والتمزق، أو الإصابة والعدوى. ويصيب الروماتويد ملايين البشر، بينما النوع غير الروماتيودي إلى حد ما - يصيب أولئك الذين يتجاوزون الأربعين من العمر.

ولسنوات طويلة كان الأطباء يميزون بين نوعي التهاب المفاصل طبقاً للإيقاع اليومي لأعراضهما. في الروماتويد تكون المفاصل صلبة، منتفخة، ساخنة وتؤلم عند الضغط عليها، ومن خصائصه أن الألم يزول بتقدم النهار. وعلى النقيض من ذلك فإن الأعراض (الاحمرار، والألم، والتورم) في حالة التهاب



الأطباء يميزون بين أنواع التهاب المفاصل طبقاً لأعراضها

المفاصل غير الروماتيودي كما في حالة الالتهاب العظمي لا تزول إلا بعد الراحة في أثناء الليل Steoarthritis مرض يصيب غضاريف المفاصل ويكون مصحوباً بتغيرات في الطبقات العظمية التحتية، مما يسبب آلاماً في المفاصل مع إعاقتها عن أداء وظيفتها، وعادة يحدث في مفاصل الورك والركبة والأصابع). ويضبط توقيت الدواء وتحديد الجرعة المناسبة يمكن للشخص أن يعالج هذه الأعراض، ويقلل الآثار الجانبية للدواء. ويتم علاج التهاب المفاصل عادة بمضادات الالتهاب غير الاستيرويدية NSAID، التي تشمل الأسبرين والإيبوبروفين، وإذا ما أخذ الدواء في المساء فإنه يصل إلى أقصى تركيز له في الدم خلال ٤ إلى ٦ ساعات بعد تناوله.

أحياناً تكون مضادات الالتهاب غير الاستيرويدية NSAID غير كافية في الحالات الشديدة، فيلجأ الطبيب إلى الاستيرويدات، ولأن الأخيرة عبارة عن هرمونات يفرزها الجسم طبيعياً، فإن هناك آثاراً جانبية تنشأ عن تعاطيها، وتشمل الزيادة في الوزن، وترقق العظام والسكر وضغط الدم العالي، وتثبيط غدة الأدرينال، وزيادة فرص الإصابة بالعدوى. وقد وجد أنه يمكن تقليل أو منع هذه الأعراض إذا ما تم إعطاء هذه الاستيرويدات بطريقة تحاكي إيقاعات الهرمونات الطبيعية، مستغلين في هذه الحالة قدرة الجسم على معادلة تأثيراتها السامة.

الحساسية :Allergy

الأدوية التي تستخدم لعلاج أعراض الحساسية أهمها مضادات الهستامين،





يفضل أن تؤخذ مضادات الحساسية ليلاً أما مزيلات الاحتقان فتؤخذ نهاراً

وإزالة الاحتقان، وهي تمثل أكبر سوق للصناعات الدوائية في العالم. وقد تم إنفاق كثير من الوقت والجهد والمال من أجل تطويرها وتقليل التأثيرات الجانبية المسكنة، أو المنشطة لهذه الأدوية. والأمر يحتاج إلى أن تكون طبيباً لكي تعرف أن مضادات الحساسية غالباً يكون لها تأثير مسكن، ومن الأفضل أن تؤخذ ليلاً، أما مزيدات الاحتقان فلها تأثير منشط، ويجب أن تؤخذ في أثناء النهار، هذه أمثلة بديهية ليس فيها جديد، أما إذا تحدثنا عن تفاعلات الالتهاب (inflmmatory reactions))، وهي عبارة عن استجابة الجسم الدفاعية ضد الغزاة من الميكروبات والأجسام الغريبة، فسنجد الجديد والمثير. هذه التفاعلات تؤدي إلى أمراض الحساسية، فعندما يتعرض الجسم لأي مثير للحساسية.. ذرات تراب، حبوب لقاح، طعام معين... إلخ يرسل الجسم طاقة من الكريات الدموية البيضاء للبحث عن أي شيء غريب عن الجسم إلى أن يصل إلى موضع الإصابة، أو الهجوم، ويتعامل مع القوات الغازية.

بعض هذه الكريات البيضاء - النوع القاعدي يفرز الهستامين، ويزداد تدفق الدم إلى المنطقة المصابة، ويحدث ارتشاح للدم من الأوعية الدموية المحيطة بالمنطقة، ويزداد تدفق الكريات البيضاء، وتكون النتيجة تورماً، وألماً، واحمراراً، وحرارةً، وحرقةً وحكةً، هذه الاستجابة هي نقطة الانطلاق إما إلى الحساسية وإما إلى مزيد من الالتهاب.

والالتهاب يمكن أن يؤدي - أيضاً - إلى استجابة مناعية شاذة ضد أنسجة الجسم نفسه.

الجهاز المناعي وتفاعلات الالتهاب يعملان أساساً بطريق إيقاعية يومية؛ لإفراز الجلوكوكورتيدات، والهرمونات الاسترويدية من غدة الأدرينال (فوق الكلوية).

هرمون الكورتيزول: هو أهم هذه الهرمونات، ويحفز تصنيع الجلوكوز من البروتين والدهن من أماكن تخزينها بالجسم.

وتستخدم مركبات الكورتيزول لإزالة أعراض الالتهاب (الاحمرار، الألم، الحرارة، الورم)، ويصل تركيز الكورتيزول إلى أعلى معدلاته في الدم في الصباح (من السادسة إلى الثامنة) وتكون مقاومة الجسم في أضعف حالاتها في هذا الوقت. أما في المساء وحتى منتصف الليل فيصل تركيز الكورتيزول إلى أقل معدلاته ويكون النشاط الالتهابي ومقاومة الجسم على أشدها في هذا التوقيت. الارتفاع والانخفاض اليوميان في معدلات تركيز الكورتيزول كانا بمنزلة الشرارة التي تم على أثرها الشروع في عمل توقيتات لتعاطي جميع الأدوية المضادة للالتهاب.



مازلنا في بداية الطريق!

لقد دخل الزمن كعنصر أساسي ليحقق التكامل في النموذج العلمي لحياة الإنسان، أو بالأحرى في كل الكائنات الحية. ومع أننا مازلنا في بداية الطريق، وفي انتظار مزيد من الاكتشافات المثيرة، إلا أن النقطة الأساسية أن مجالاً جديداً قد فتح أمام الناس ليفكروا في استراتيجيات جديدة للعلاج. إن علم البيولوجيا الزمنية مهم ليس فقط من أجل تطبيقات، أو استخدامات معينة؛ ولكن لأنه غير نظرتنا إلى تركيب الحياة.

الهوامش والمراجع

١. شتيوي . م.م (٢٠٠١م). أسرار البيات الشتوي والهجرة في عالم الحيوانات. الفيصل. العدد ٢٩٢ (فبراير). دار الفيصل الثقافية. الرياض. المملكة العربية السعودية.

2- Cromie. W.J. (2001). Daylight Savings. www. news. harvard. edu / gazette /2001/ 12. 06 / 01 - bioclock. html.

3- Hastings. M. (1998). The brain, circadian rhythms, and clock genes. www. bmj. Com / cgi / content / full / 317 / 7174 / 1704.

4- Levy. S. (2000). What makers us tick? www. nwf. org/national wildlife / 2000/ ustick. html.

5- posener, J.A., C. DeBattista, and G.H. Williams (2000). 24 - Hour monitoring of cortisol and corticotropin Secertion in psychotic and nonpsychotic major depression. Arch Gen Ppsychatry. 57: 755 - 760.

6- Stehlin. I. (1997). A time to heal: Chronotherapy tunes in to body's rhythms. www. Fda. Gov/ fdac / features/ 1997/ 397 - chrono. html.

7- Willis. J.L. (1990). Keeping time to circadian rhythms. FDA consumer. FDA Website.

8- Young. M.W. (2000). The tick - tock of the biological clock. Scientific American.

ترجمة: القطب. ز. الزيد. ن. س. دقات الساعة البيولوجية. مجلة العلوم. المجلد ٦١ العدد ٩ (سبتمبر). مؤسسة الكويت للتقدم العلمي. الصفاة. الكويت.

9- www. american of health. com/aoh/ sci/ sci - bio - clocks. html. your bioclock.

10- www. associated press. experts find biological clock in plants. Apr. 02. 2003.

11- www. bbc. com news/ health/ body clock constant throughout life. June 25. 1999.

12- www. bbc. com news/ health/ body clock, set befor July 13. 2000.

13- www. bbc. com news/ health/ the body alarm clock Jan. 7. 1999.

14- www. biologicalo clock A- to - Z science - discovery school. com A- to - Z science biological clock 2000.

15- www. biology clock/ non - human animals. htm. the clock in other oganisms.

16- www. bio - war - wick. ac. uk/ andrew M/ Jo - Selwood site / changes - to - rhythm. htm. the time of our lives. a web guide to biological clocks.

17- www. economist. com. bioclocks. htm. the tyranny of tim. from the economist print edition Dec. 16. 1999.

18- www. encyclopedia britannica intermed. com biological clock 2000.

19- www. isd. saginaw. k 12. mi. us/ mobility/ htm. the hypothalamus.

20- www. isd. saginaw. k 12. mi. us/ mobility/ pineal htm. the pineal gland.

21- www. nental - health - matters. com. how biological cloks work. national institute of mental health.

22- www. py019 psychobiological processes: biological clocks. sychology. unn. ac. uk/ andrew/ py019/ clocksweb. htm.

23- www. rpi. edu / hrushw/ tim. html. July/ Aug. 1994 - the sciences.

24- www. science agogo. com/ news/ 1998 - 0426144138 data - trunc - sys. shtml. pigmeent - powered body clock.

25- www. scientific american. com. news. Jan. 22, 2001. food resets the body clock

26- www. silicon valley / san jose business journal - Nov. 29, 2002. stanford study may unlock secrets to aging.

27- www. society for neuro Science. biological clocks. htm. biological clocks. 1995.

28- www. uchospitals. edu/ new / timing. html. university of chicago hospitals. exercise effects dependent on time of day.

صـــوت السكون
The Sound of Silence

عـمـار صارم، وجـهـاد ملحم*

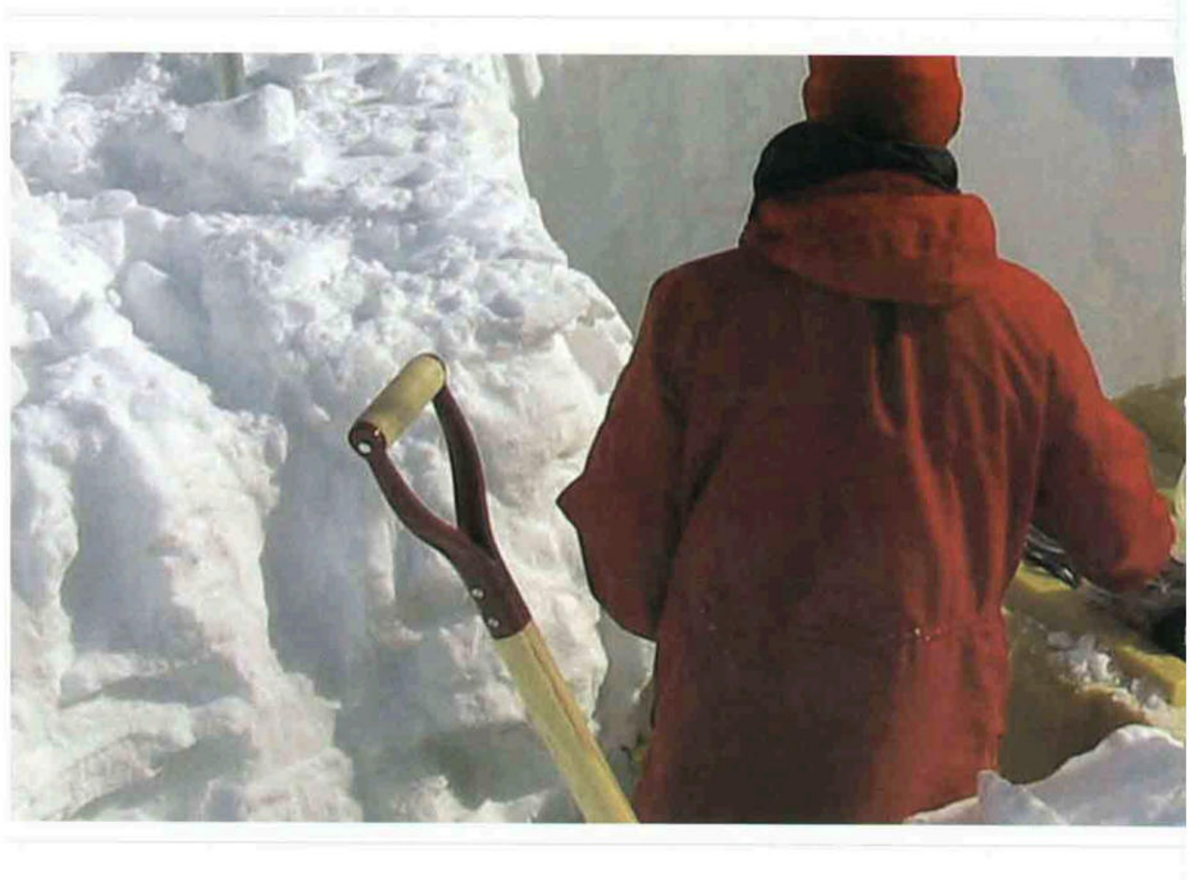


في تمام الساعة ١,٣٦ بتوقيت غرينيتش من يوم التاسع من تشرين الأول/ أكتوبر عام ٢٠٠٦م، أجرت كوريا الشمالية تجربة نووية تحت الأرض، في جيلجو بإقليم هامجيونج. سارعت الدول الكبرى إلى إدانة هذه التجربة بعد إعلان بيونغ يانغ عن نجاحها، مؤكدة أنه لم يوجد أي تسرب إشعاعي. ولكن لو لم تعلن كوريا الشمالية عن النبأ، فهل كان بإمكان هذه الدول معرفة إجراء هذه التجربة ؟ في الحقيقة نعم.. ستتمكن من ذلك.

يسلط المقال الضوء على شبكات الرصد العالمية، المزودة بكواشف دون صوتية مزروعة تحت الأرض، وفي أعماق البحار والمحيطات، وضمن غلافنا الجوي؛ للكشف عن جميع الأحداث، بدءاً من صوت البراكين إلى الكشف عن التفجيرات النووية.

إن غلافنا الجوي مملوء بالأصوات التي لا يمكن أن نسمعها. فالأرض تطن؛ والبراكين

* أستاذان جامعيان بقسم الفيزياء في جامعة تشرين باللاذقية.



تثور وتصفر وتتفجر، والعواصف تهدر وتسبب المخاطر، والشهب تزعق قبل انفجارها عالياً فوق الأرض. نحن غافلون عن هذه السيمفونية المستمرة من الأصوات؛ لأنها تحدث عند ترددات أقل من الحد الأدنى لعتبة سمع الإنسان، والمعروفة من ناحية أخرى كأمواج دون صوتية infrasound.

إن الأذن البشرية حساسة للأصوات بترددات بين ٢٠ و ٢٠,٠٠٠ هرتز. هذه الأمواج متوسطة المدى تخسر طاقتها بسرعة، وهذا يعني أننا نسمع فقط الأصوات القادمة من محيطنا المباشر. ولكن الأصوات التي توجد خارج مجال السمع من الأعلى ومن الأدنى، كالأمواج فوق الصوتية المسموعة، على سبيل المثال، يمكن أن تأخذ ترددات من مرتبة عدة ميغا هرتز. فالأمواج فوق الصوتية تتفكك بسرعة كبيرة ولا يمكن كشفها بعيداً عن مصدرها، وهذا يجعلها مفيدة جداً في



كواشف دون صوتية تساعد على كشف الصواريخ. كما باستطاعتها تحديد النيازك العملاقة التي تدخل سطح الأرض

التصوير البيولوجي. لكن بترددات صغيرة جداً من مرتبة عدة ميلي هرتز، يمكن للأمواج دون الصوتية أن تنتقل إلى مسافات تصل إلى عدة آلاف من الكيلومترات.

إن انفجار بركان كراكاتوا الإندونيسية Indonesian volcano Krakatoa, الذي حدث في عام ١٨٨٣م بيّن للعلماء أنَّ ما نستطيع سماعه هو فقط حيز محدود من الطيف الصوتي الكامل. فقد ولّد الانفجار المذكور صوتاً تمَّ تسجيله على أنه أعلى صوت في التاريخ، حيث سُمِعَ بوضوح على بعد نحو ٤٨٠٠ كيلومتر تقريباً في جزيرة ماوريتيوس Island of Mauritius. ومع ذلك، فإن مؤشرات مقاييس الضغط الجوي - barometers التي تعد حساسة جداً لأي تغيرات تدريجية في الضغط الجوي- لم تسجل هذا الحدث المفاجئ والعنيف، كما أنَّ بقية العالم لم يعلم بذلك إلا عن طريق الأحاديث المتناقلة.

إن شبكة الرصد العالمية المكونة من مقاييس الضغط الجوي، سمحت حالياً للباحثين بالدخول إلى العالم غير المسموع من الأمواج دون الصوتية بمزيد من التفصيل، وبطريقة مشابهة للطريقة التي تستطيع فيها الأمواج الراديوية أن توسع رؤيتنا لهذا الكون عند أطوال موجية قصيرة، تسمح لنا الأمواج دون الصوتية باستكشاف الخصائص الصوتية للغلاف الجوي بأسلوب جديد. كذلك تسمح لنا بالتنصت على قدوم عاصفة، أو انفجار نيزك على بعد ١٠٠٠ كيلومتر، أو ربما انفجار لبركان كبير على الجانب الآخر من الكوكب، ويأمل الباحثون في شبكة الرصد العالمية دون الصوتية أن تعزز فهمنا الغلاف الجوي





يبين الشكل محطة رصد حساسة للأمواج دون الصوتية

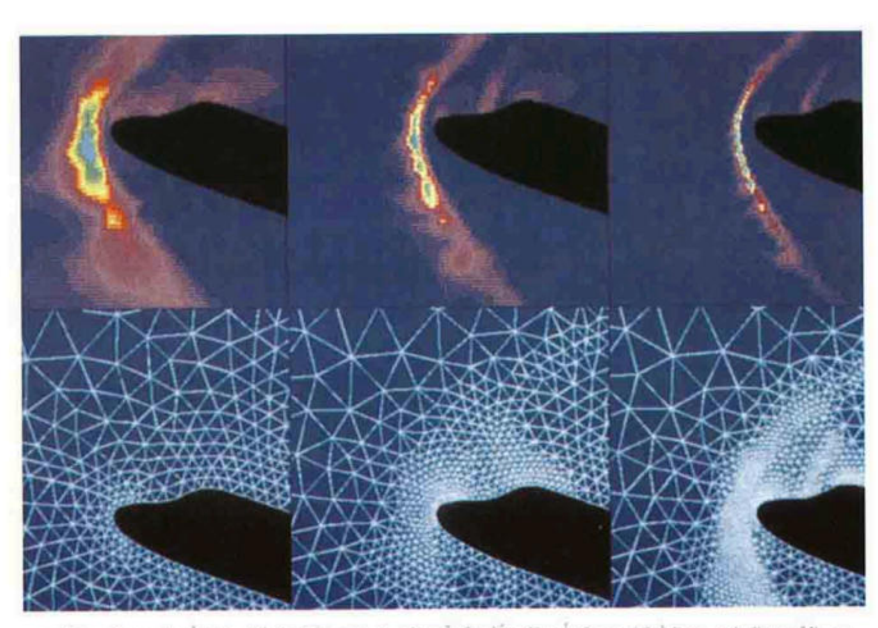
للأرض، وما في داخله. إضافة إلى ذلك، ستحسن كثيراً من قدرتنا على مراقبة تجارب الأسلحة النووية.

عالم السرعات دون الصوتية The subsonic world

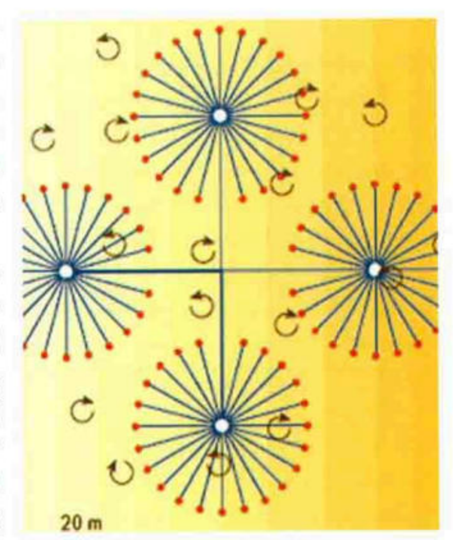
يمكن وصف الصوت بسهولة بأنه اهتزاز المادة. فالصوت في الجو، مثلاً، هو حركة إيقاعية للهواء ذهاباً وإياباً. ومع أن مصدر الصوت يمكن في البداية أن يبعثره حجم صغير من الهواء، فإنه بمجرد أن يبدأ الصوت بالحركة فإن الهواء سيستمر بالاهتزاز مثل النابض، ولن يتوقف حتى يخسر طاقته الحركية كاملة. وبشكل عام، كلما كان حجم الهواء البدائي المضطرب صغيراً، كان تردد الصوت الناتج كبيراً. لذلك، ولإنتاج أمواج دون صوتية، يجب أن يكون المنبع قادراً على تحريك حجم كبير من الهواء.

من المعلوم أن بعض الثدييات الكبيرة، مثل الفيلة، ووحيدات القرن، والحيتان، والدلافين تستخدم الأمواج دون الصوتية عند ترددات أقل من ٢٠ هرتز؛ لكي يتواصل بعضها مع بعض على مسافات من عدة كيلومترات. كما أن الأمواج دون الصوتية المصنعة من قبل الإنسان عند ترددات بين ٠,١ و ١٠ هرتز هي أيضاً نتاج التفجيرات النووية، أو الكيماوية الكبيرة، وحركة الصواريخ والطائرات الأسرع من الصوت. لكن المنبع الرئيس للأمواج دون الصوتية هي الأرض نفسها، التي تولّد الأمواج الصوتية عند ترددات أقل بكثير من الأمواج الناتجة من انفجار البراكين، والأعاصير، والانهيارات،





يبين القسم العلوي من الشكل صورة مأخوذة بالأشعة تحت الحمراء موضحة كيفية إرسال الأمواج دون الصوتية من الدلافين، في حين أن الجزء السفلي يبين منظراً تخطيطياً لهذه الأمواج، وكيفية انتشارها



والزلازل، والشهب، والشفق القطبي، والعواصف، والاضطرابات الجوية. وتأتي الأمواج دون الصوتية أيضاً مباشرة من القسم الصلب الداخلي للأرض، منتجة اهتزازاً، أو طنيناً ثابتاً بتردد من عدة ميلي هرتز.

من الممكن أن نشعر فعلياً بأمواج دون صوتية شديدة، عند ترددات أعلى من ١ هرتز، مثل الوقوف في المسار على مدرج المطار عندما تحلق طائرة نفاثة عملاقة فوق رؤوسنا. يمكن أيضاً للأمواج دون الصوتية أن تبعث فينا شعوراً بالقلق. ففي عام ٢٠٠٣م، على سبيل المثال، وجد الباحثون في المملكة المتحدة، أنه يمكن أن نستحث الحزن والقلق عند جمهور المستمعين في قاعة



صورة لكوكب الأرض مأخوذة بالأقمار الصناعية. تبين حركة المحيطات المنتجة للطنين

موسيقية عن طريق ضخ أمواج صوتية بتردد ١٧ هرتز إلى داخل القاعة.

ديناميكية الغلاف الجوي Dynamic atmosphere

لكي نفهم عالم الأمواج دون الصوتية، نحتاج إلى أن نعرف بالضبط كيف تنتشر هذه الأمواج من خلال الغلاف الجوي. وبما أن الصوت هو موجة ميكانيكية، فإنها شبيهة بالأمواج الزلزالية المضغوطة التي تنتقل عبر بنية الأرض الداخلية. لكن الطريقة التي تنتقل بها الأمواج دون الصوتية تختلف كثيراً عن الأمواج الزلزالية؛ بسبب التغير السريع لما يسمى «سرعة البنية» للغلاف الجوي. وبمقارنتها مع أي ظاهرة موجية أخرى، فإن الأمواج دون الصوتية تغير اتجاهها أو تنكسر بسبب التغيرات التي تحدث في سرعة الوسط الذي تمر به. (وهذا يفسر لماذا يمكن للأمواج فوق الصوتية أن تشكل صوراً حادة داخل الجسم).

تتناسب سرعة الأمواج دون الصوتية في الغلاف الجوي طرداً مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة المطلقة للهواء، وتتأثر أيضاً باتجاه الريح. غير أن درجة الحرارة، واتجاه الرياح يعتمدان أيضاً على الارتفاع، والموقع الجغرافي، وتاريخ اليوم، والوقت من السنة، مما يعقد الأمور كثيراً. فعلى سبيل المثال: تنكسر الأمواج دون الصوتية عائدة إلى سطح الأرض من داخل كل من طبقة الستراتوسفير stratosphere، القائمة على ارتفاع ٢٠ إلى ٥٠ كيلومتر، وطبقة الثيرموسفير thermosphere

الارتفاعات تزيد على ٨٥ كيلومتراً بسبب ارتفاع درجة الحرارة مع ازدياد الارتفاع في هذه الطبقات. ففي الطبقة الدنيا ١٠ كيلومترات من الغلاف الجوي طبقة التروبوسفير troposphere تتناقص درجة الحرارة بازدياد الارتفاع، لكن الأمواج دون الصوتية يمكن أن تكون مستمرة وهي تنعكس عائدة إلى الأرض من هذه الطبقة بسبب الرياح الشديدة.

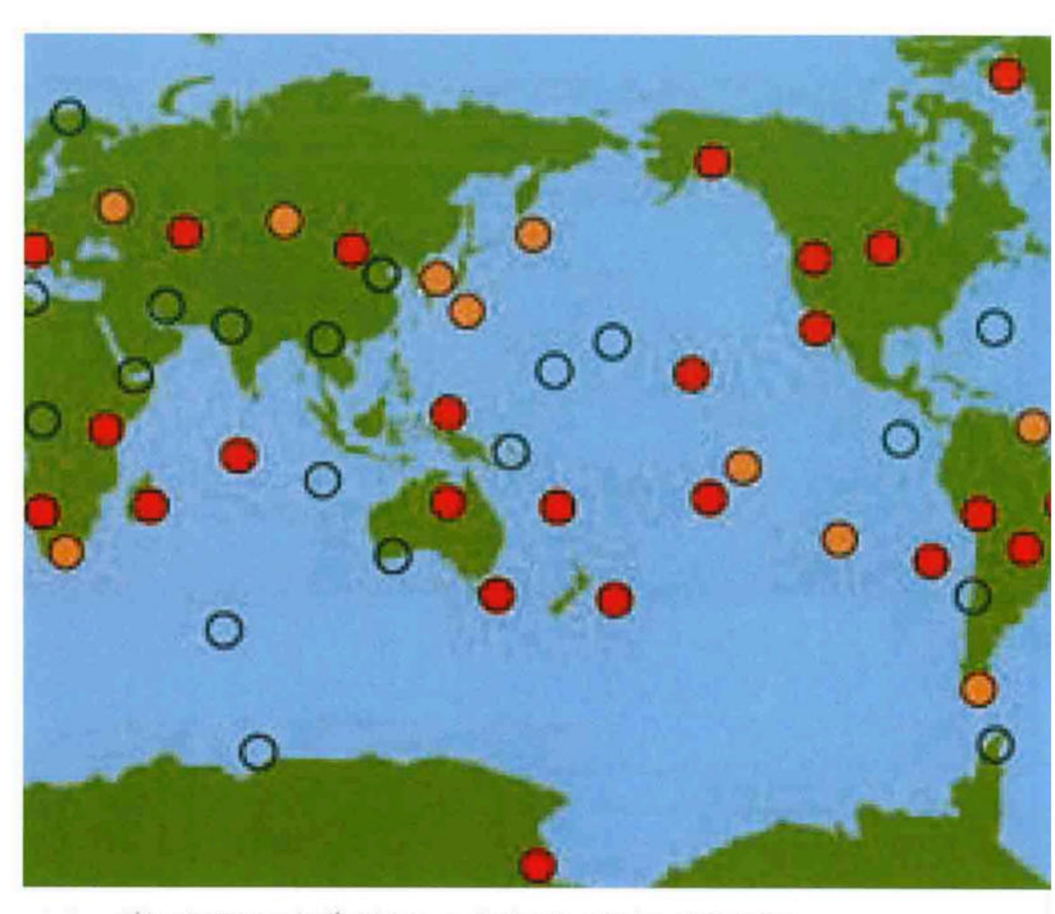
بهدف دراسة ظواهر الأمواج دون الصوتية عن بعد، نحتاج إلى أن نأخذ في الحسبان هذه البنية التحريكية للغلاف الجوي. ففي عام ٢٠٠٠م قام دوغ دروب - Doug Drob المتخصص بالجيوفيزياء في مختبر الأبحاث البحرية في الولايات المتحدة - بتطوير طريقه للقيام بذلك، بالاعتماد على النماذج الرقمية للتنبؤ بالطقس والقياسات من تجارب البالونات المحمولة جواً. فنماذجه أثبتت أنها مفيدة عملياً؛ لتحديد كيف تنتشر الأمواج دون الصوتية، فيما إذا أدخلت التغييرات في بنية الغلاف الجوي مع الزمن عند نطاقات مكانية صغيرة. اعتمدنا آنفاً على متوسطات المدى الطويل لشروط الأحوال الجوية لهذا الغرض، ولم تتضمن النماذج تغيرات المقياس المكاني في خواص الغلاف الجوي.

إن اكتشاف الأمواج دون الصوتية، هو الأكثر إنجازاً عموماً باستخدام مقاييس الضغط الميكروية الانيرويدية aneroid micro-barometers، التي تتألف من حجرة مفرغة يمكن أن تتشوه تحت تأثير تغييرات طفيفة في الضغط الجوي الخارجي. وقد تمت معايرة الأجهزة بحيث هذه التشوهات يمكن تحويلها إلكترونياً لتظهر هذه التغيرات في الضغط الجوي الخارجي على شكل طيف. إلا أن قدرتنا على كشف الأمواج دون الصوتية بمثل هذه الأدوات هو محدود بسبب الضجيج الناتج من الاضطرابات الجوية.

إن معظم الضجيج في مجال نطاق الترددات الذي حددته جمعية الأمواج دون الصوتية - نحو ٠,٠١ إلى ١٠ هرتز- لم يتغير في جوهره، أو ترابطه من أجل مسافات أقل من عدة أمتار، بينما إشارات الأمواج دون الصوتية يمكن أن تكون مترابطة؛ من أجل مسافات تزيد على ١٠٠ متر. لذلك فإن نسبة الإشارة إلى الضجيج، يمكن أن تزداد من خلال التأكد من أن الأمواج دون الصوتية تختبر عبر منافذ صوتية موزعة على مساحة عشرات الأمتار، وأن الإشارات الصادرة من كل منفذ بعدئذ يتم دمجها في مقياس ضغط ميكروي، عبر الأنابيب المصطفة؛ لتحديد معدل التغير في الضغط الجوي المحلي.

شبكة الرصد العالمية للسرعات الأدنى من سرعة الصوت Subsonic network

على الرغم من أننا نعرف الأمواج دون الصوتية منذ أواخر عام ١٨٠٠م، فإن عصر الأمواج دون الصوتية الحديث بدأ مع ظهور العصر النووي؛ ذلك لأن تفجيرات الأسلحة النووية ضمن الغلاف الجوي ولّدت أمواجاً دون صوتية بسعات كبيرة، وهذا ما وفر وسيلة مهمة لمراقبة انتشار هذه الأسلحة. وتزايد هذا الاهتمام في عام ١٩٩٦عندما وقعت معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية، التي تحظر كل أنواع التجارب النووية. خصوصاً أن المعاهدة تدعو إلى إقامة شبكة عالمية من الحساسات من أجل رقابة مستمرة للغلاف الجوي، من خلال إشارات الأمواج دون الصوتية الناتجة من التفجيرات النووية ضمنه، إضافة إلى شبكات الرصد العالمية للزلازل، والصوتيات



مواقع شبكة الرصد العالمية دون الصوتية التي صممت لتغطي أكبر قدر من الغلاف الجوي للأرض

المائية القائمة بالفعل لمراقبة التفجيرات في باطن الأرض والمحيطات.

اليوم، أكثر من نصف هذه الشبكة - المصممة لتأمين تغطية منتظمة للغلاف الجوي للأرض باستخدام ٦٠ محطة مثالية ترصد الأمواج دون الصوتية بترددات تراوح مجالها بين ٠,١ و ١,٠ هرتز - أصبحت كاملة. كل محطة في الشبكة العالمية لرصد الأمواج دون الصوتية ستضم بين أربعة وثمانية مقاييس ضغط ميكروية، مزودة بمرشح لتخفيض الضجيج، وستؤمن فتحة لرصد الأمواج دون الصوتية، بين ١ و ٣ كم. إن استخدام مجموعة من الحساسات المصطفة، هو أفضل بكثير من استخدام إشارات أعداد



كواشف دون صوتية في كاليفورنيا حددت انفجار نيزك على بعد ٣٠كلم فوق المحيط الهادي عام ٢٠٠١م

مفردة منها، يسمح بكشف إشارات الأمواج دون الصوتية الأكثر ضعفاً، ويؤدي إلى تقدير سرعة الأمواج الواردة واتجاهها.

إضافة إلى رصد التجارب النووية، أثبتت شبكة رصد الأمواج دون الصوتية فائدتها الكبيرة في البحث العلمي الأساسي لعدد من الظواهر الطبيعية التي يشكل بعضها مخاطر جدية على حياة الإنسان.

ففي ٣٠ حزيران عام ١٩٠٨م، على سبيل المثال، تم تسجيل انفجار فوق منطقة تونغوسكا Tunguska في سيبيريا بوساطة مقاييس ضغط في المملكة المتحدة، التي تبعد عدة آلاف من الكيلومترات عن المكان المذكور. ومع أن العلماء ما زالوا يناقشون السبب الحقيقي وراء الحدث - الذي أحرق الأشجار وحطمها في منطقة حجمها بحجم واشنطن العاصمة - إلا أنهم اتفقوا على أن ذلك يعود إلى انفجار مذنب، أو نيزك حصل على بعد عدة كيلومترات فوق سطح الأرض. منطقة تونغوسكا هي مثال سيّئ لكيفية إمكانية أن يتعرض سطح الأرض للتدمير محلياً، من خلال انفجار كبير في غلافها الجوي، وأن أهمية الأمواج دون الصوتية تكمن في تقديم دليل على هذه الأحداث. إن شبكة رصد الأمواج دون الصوتية العالمية ستتيح للباحثين دراسة - من بين أمور أخرى - كيف تحدث هذه التفجيرات الكبيرة غالباً، بهدف الحصول على أفضل تقدير للخطر الذي تشكله.

بالفعل، تم مؤخراً تسجيل عدد من النيازك بوساطة محطات رصد الأمواج دون

الصوتية، ففي عام ٢٠٠١م، على سبيل المثال، انفجر نيزك على ارتفاع ٣٠ كم فوق المحيط الهادي، بين محطات الأمواج دون الصوتية المنصوبة في كاليفورنيا وهاواي. الباحثون في الولايات المتحدة، وأوربا، واستراليا، كانوا قادرين على استخدام البيانات من هذه المحطات وغيرها لتحديد موقع الانفجار، وإضافتها إلى المعلومات المتوافرة عن الأحوال الجوية، ثم تقدير حجمه. غير أن هذه التقديرات، بشكل عام، لا تزال غير مؤكدة تماماً.

يمكن - أيضاً - استخدام الأمواج دون الصوتية لرصد البراكين؛ من أجل البحوث الأساسية؛ وكذلك من أجل تخفيف المخاطر. فمن المعلوم أن البراكين يمكن رصدها بوساطة مقاييس الزلازل؛ لأن تحركاتها داخل البركان وأسفله تنتج أمواجاً مرنة داخل الأرض. وفي الآونة الأخيرة، اكتشف أن البراكين تشع طاقة في جميع الاتجاهات، وخلال انتشارها في الطبقات العليا من الغلاف الجوي. تم - أيضاً - رصد البراكين منذ قرون لحماية الناس الذين يعيشون بالقرب منها، والتأكد من أن البراكين تقذف المواد التي في داخلها نحو الأعلى مشكلة تهديداً خطيراً للطائرات في أثناء مرورها في هذا المجال. هذا الخطر يمكن أن يكون من الصعب تقديره أو توقعه؛ لأنه ليس كل الرماد البركاني المتحرر والمنطلق يمكن أن ينسب إلى نشاط زلزالي واضح، وليس كل المادة المتفجرة يمكن تتبعها عبر الأقمار الصناعية. وبمقدار ما تكون الانفجارات البركانية هي بشكل ملازم صوتية في طبيعتها، فإن المراقبة بوساطة الأمواج دون الصوتية قد تكتمل بوجود تكنولوجيات رصد البراكين.

وإضافة إلى رصد البراكين، وأخذ الاحتياطات اللازمة لتفادي أخطار الرماد المتحرر، أو الكشف عن إحصاءات أفضل عن آثار اصطدامات النيازك، فإن الأمواج دون الصوتية يمكن أن تستخدم لتعقب العواصف، التي تدور، وتولد أمواجاً دون صوتية بترددات منخفضة. إن إيجاد منطقة ذات أهمية خاصة بنا هو كيفية إنشاء دليل صوتي عن العواصف فوق المحيط الأطلسي عندما تكون في المراحل الأولى من تشكلها. وقد يتيح هذا إلى استحداث نظام إنذار مبكر من أجل العواصف الاستوائية، أو الأعاصير قبل أن تضرب الأرض، على الرغم من أنه يبقى مطروحاً كيف يتم الاستفادة من الأمواج دون الصوتية بهذا الصدد.

الكواشف الضوئية Optical fibres

لا يزال هناك مجال لتحسين تصميم كواشف الأمواج دون الصوتية، وبشكل خاص جعلها أكثر حساسية لالتقاط الإشارات الضعيفة. ففي السنوات القليلة الماضية، طورت مجموعة في جامعة كاليفورنيا في سان دييغو برئاسة مارك زومبيرغ Mark Zumberge، وجون بيرغر Jon Berger نظام كشف جديداً يعتمد على الألياف البصرية. وتتكون المجسات دون الصوتية المصنوعة من الألياف البصرية optical fiber infrasound sensor أو OFIS، من أنابيب مرنة تحيط بها كابلات ألياف بصرية لقياس التغيرات في قطر الأنبوب في أثناء تمدده وتقلصه بتغير الضغط الخارجي الناتج من الأمواج دون الصوتية. ويوجد نوعان من كابلات الألياف البصرية المستخدمة: الأول قوي نسبياً وغير حساس عند ثني الأنبوب، بينما الآخر أكثر حساسية لهذه التغيرات. وباستخدام مقاييس التداخل، يمكن قياس الفروق في الإجهاد في كلا الكابلين بدقة، ثم بعد ذلك تحول إلى

تغيرات متوسطة في الضغط الجوي على الطول الكلي للأنبوب المرن.

وتتجنب المجسات دون الصوتية المصنوعة من الألياف البصرية بعض العوائق بهدف خفض الضجيج ميكانيكياً، من خلال استخدام مرشحات؛ لأنها لا تحتاج إلى أمواج صوتية لكي تنتقل عبر نظام الأنابيب. وبدلاً من ذلك، فإن التغيرات في الضغط الجوي، التي تسببها الاضطرابات الجوية تكون أصغر بكثير من طول الأنبوب وتتجزأ بعيداً، منقصة بذلك سوية الضجيج في أثناء التسجيل وسامحة للمجسات بكشف الإشارات الضعيفة. علاوة على ذلك، فإن الحساسية للأمواج دون الصوتية في كل أنبوب من مجسات الألياف البصرية دون الصوتية يعتمد على الزاوية التي تنتقل الإشارات عندها، وهذا يعني أن عدة أنابيب موجهة في اتجاهات مختلفة يمكن أن توفر معلومات عن اتجاه مصدر الأمواج دون الصوتية.

يطور حالياً باحثون في جامعة ميسسيبي، وجامعة الميثوديست الجنوبية في الولايات المتحدة نظام كشف جديداً آخر للأمواج دون الصوتية هو مجسّ موزع distributed sensor. ويتكون من شبكة من المجسات، بحيث كل عينة من حقل ضغط الأمواج دون الصوتية يكون مستقلاً، وهذا النظام قادر في آن واحد على خفض الضجيج، وكذلك على توفير المعلومات التوجيهية حول مصدر الأمواج دون الصوتية، من خلال الدمج الأمثل للإشارات من جميع المجسات إلكترونياً. ومع أن هذا النظام هو نفسه المستخدم في عدد كبير من مقاييس الضغط الميكروية الأساسية، فإن المجسّ الموزع هو صغير جداً؛ ولذلك يتيح إمكانات لوضع عدد كبير من العناصر في منطقة صغيرة.

الانزياح الزلزالي Seismic shift

مع اقتراب انتهاء الشبكة العالمية للأمواج دون الصوتية خلال السنوات القليلة المقبلة، فإن التحدي الذي نواجهه الآن هو أن نتعلم كيف يمكن أن نستغل هذا الشيء الثمين الضخم بأفضل الطرائق. فمن خلال رصد الغلاف الجوي بشكل مستمر، فإن الشبكة العالمية تتيح أمامنا فرصة لم يسبق لها مثيل في تحسين فهمنا للظواهر الجوية، سواء كانت طبيعية أو من صنع الإنسان على نطاق عالمي. وإن القضايا الرئيسة التي يجب معالجتها هي كيف يتغلغل الصوت عبر غلافنا الجوي المتقلب، وكيف يمكن لأحداث على مسافات بعيدة أن تكون قياساتها واضحة مع كل الضجيج بسبب الاضطرابات الجوية. إن خبرتنا تزداد مع كل مصدر جديد للأمواج دون الصوتية نكتشفه، سواء أكانت كهربائية ضخمة تُفرغ في طبقات الجو العليا المعروفة بالمؤذية، أم كانت اضطرابات جوية ناتجة من تدفق الهواء فوق سلسلة الجبال، أو ضجيجاً مستمراً من المحيطات.

منذ عدة عقود، والمختصون بعلم الزلازل يناضلون من أجل قضايا مماثلة، مع تطور أول شبكة عالمية زلزالية. وتشمل هذه القضايا كيفية معالجة الكم الهائل من البيانات المنتجة، وكيفية استخراج أفضل المعلومات عن بنية الأرض وفيزياء منشأ الزلازل. ومع أن هناك كثيراً من الإثارة إزاء الاستخدام الكامن للشبكة الجديدة، فإن الباحثين كادوا يتمكنون من تصور التقدم الهائل في فهم الأنشطة الداخلية لكوكبنا، مثل الزلازل منذ توافر أول البيانات.

إن بعض العاملين في جمعية الأمواج دون الصوتية يرى – بوضوح – التماثل مع الشبكة الجديدة. فهناك الإثارة المحسوسة إزاء ما يمكن أن نتعلمه عن قشرة الأرض –



شبكة الرصد العالمية ستحدد الزلازل العميقة

الغلاف الجوي - باستخدام شبكة رصد الأمواج دون الصوتية الجديدة. وخلال عقدين، أو ثلاثة عقود، فإنه من المؤكد أننا سوف نراجع هذه السنوات كم كان خيالنا صغيراً عن كيفية التعامل مع هذه المعطيات. وبمقدار ما تستخدم الشبكة العالمية الزلزالية من أجل البحوث الأساسية وتقليل المخاطر، فإننا نتوقع أن توفر شبكة الأمواج دون الصوتية معلومات متشابهة عن كيفية عمل الغلاف الجوي.

لغز طنين الأرض ذي التردد المنخفض

The mystery of the Earth's low-frequency hum

إن الغلاف الجوي مملوء بضجيج من الأمواج دون الصوتية، ناتج من الاضطرابات الجوية والعواصف عند مجال ترددات تراوح بين ٠,٠١ و١٠ هرتز. لكن منذ نحو ١٠ سنوات، اكتشف الباحثون نوعاً آخر من الضجيج المستمر، حتى عند ترددات منخفضة من ٣ إلى٧ ميغا هرتز. هذا الضجيج، الذي التقطته مقاييس الزلازل في شبكة الرصد الزلزالي العالمية، معروف الآن باسم طنين الأرض، ولا يزال منشؤه موضع نقاش حاد.

إن مقاييس الزلازل المستخدمة للكشف عن الطنين صممت لدراسة الموجات المرنة الصادرة عن الزلازل الكبيرة العميقة في باطن الأرض، وهي عملياً حساسة للذبذبات بين ٠,٣ و ١٠ ميغا هرتز. وعندما يحدث زلزال من مرتبة ٦,٥ أو أكثر على مقياس

ريختر، فإن الكوكب بكامله يتذبذب عند الترددات التي تعتمد على شكله وتركيبه الداخلي- يشبه إلى حد كبير حلقات الجرس بنغمة مميزة. هذه الاهتزازات، التي تدعى النمائط الطبيعية للأرض، تتفكك مع مرور الزمن؛ لأن الكوكب ليس جسماً مطاطياً كاملاً. لكن في عام ١٩٨٨م، وبالاعتماد على ١٠ سنوات من المعطيات، وجد الباحثون اليابانيون أن هذه النماذج هي موجودة أيضاً في أثناء فترات السكون عندما لا تحدث زلازل معينة.

إن مصدر هذا التردد المنخفض للطنين أثار فضول كثير من المتخصصين في علم الزلازل. كان يعتقد في البداية أن هذا الطنين متولد من خلال مفعول دمج الهزات الأرضية الصغيرة جداً، التي تحدث طوال الوقت، في كل أنحاء العالم. لكن هذا الاحتمال استبعد سريعا؛ لأن مصدر الطنين يجب أن يكون أقرب بكثير إلى سطح الأرض؛ كي يفسر الأنماط الأساسية الخاصة التي تمت ملاحظتها. علاوة على ذلك، فإن سعة الطنين تتغير موسمياً، وهذا ما يجعله بعيد الاحتمال عن أن يكون له أية علاقة بالألواح التكتونية.

ثم في عام ١٩٩٩م عاد الباحثون بانتباههم إلى الوراء نحو الغلاف الجوي مفترضين أن الطنين هو بسبب احتباس اضطرابات الغلاف الجوي على نحو متواصل على سطح الأرض. وفي محاولة للتحقق من هذه الإمكانية، عملت بربارة رومانوفيتش في عام ٢٠٠٣م – مديرة مختبر بيركلي الزلزالي في كاليفورنيا – على «تحليل الصفوف» بهدف التمييز بين المصادر التي وزعت حول العالم وتلك التي كانت أكثر توضعاً، من حيث الزمان والمكان. وقد وافق وجود منطقتين كبيرتين من الصفوف لمقاييس الزلازل منتشرة تماماً على يمين المقياس لمثل هذا التحليل: الأول في الولايات المتحدة ويديره مختبر بيركلي الزلزالي، والآخر في اليابان.

وبالإشارة إلى هذه الصفوف في اتجاهات مختلفة، وبجمع الآثار الزلزالية الناتجة بهدف تعزيز الإشارات القادمة من أمواج رايلي المرنة، وجد في عام ٢٠٠٤م أن إشارة الطنين الأقوى تأتي من المحيطات، إضافة إلى ذلك، يأتي معظمها، على الأغلب، من شمال المحيط الأطلسي في نصف الكرة الشمالي شتاء؛ ومن جنوب المحيط الأطلسي والمحيط الهادي في نصف الكرة الشمالي صيفاً، يتبعها تقلبات موسمية في ارتفاع الأمواج كما سجلتها مقاييس الاتصالات عن بعد. في بداية العام ٢٠٠٦م تم تحديد أحداث الطنين الفردية القوية وربطها بانتشار عواصف مميزة عبر شمال المحيط الهادي وضرب الساحل الغربي من أمريكا الشمالية.

هناك جانب ممتع من هذا التحليل، هو أننا قادرون أن نبين أن منشأ الطنين كان مشابهاً للطنين الأقوى بكثير «الضجيج الزلزالي الميكروي». وهذه الإشارة موجودة في جميع القياسات الزلزالية عند ترددات بين ٠,١ و١ هرتز، وهي معروفة منذ زمن طويل، أنها تأتي من التفاعلات اللاخطية بين أمواج المحيطات القريبة من السواحل. يعتقد الآن أن طنين الأرض يتولد في المحيطات من خلال سلسلة من العمليات التي تبدأ بتوليد أمواج المحيطات (عادة بتذبذب ٠,١ هرتز) ومن ثم تتحول إلى تذبذبات طويلة لأمواج «دون جاذبة» من خلال نشاط العاصفة.

وبسبب انتقال عواصف المحيطات بأغلبيتها من الغرب إلى الشرق، يتم هذا التحول أساساً بقرب الساحل الشرقي من أحواض المحيطات. ثم بعد ذلك تنتشر





الأمـــواج الطويلة «دون جـــاذبة» في كل الاتجاهات، وتتفاعل مع التضاريس المعقدة في قاع البحر قرب السواحل، وفي حوض المحيط لتوليد أمواج مرنة لطنين الأرض. ومع طنينها الخافت، فإن الطبيعة الكلية لوجودها توفر أملاً يمكن استخدامه بالتزامن مع إشارات الزلزال لدراسة بنية الغلاف العلوي للأرض.

المراجع

1- Physics World, August, 2006, pp 21

2- www._lanl_gov-orgs-pa-newsbulletin

3- sail.ucsd.edu/~walker/Ofis/

• الأمواج دون الصوتية هي أصوات بتردد أقل من الحد الأدنى لسمع الإنسان، أي نحو ٢٠ هرتز. وخلافاً للصوت المسموع، يمكن للأمواج دون الصوتية أن تنتقل لآلاف الكيلومترات عن طريق الغلاف الجوي، كما تستخدمها بعض الحيوانات كشكل من أشكال الاتصال فيما بينها. وأن المصادر الرئيسة للأمواج دون الصوتية هي مصادر جيوفيزائية، مثل الزلازل، والبراكين، ولكن التفجيرات النووية - أيضاً - تنتج أمواجاً دون صوتية كبيرة.